



UFU - Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Física

Física - Licenciatura

MONIQUE FRANÇA E SILVA

**Metodologias Ativas de Ensino como Ação Afirmativa no
Combate à Retenção na Disciplina Fundamentos de Mecânica**

UBERLÂNDIA-MG

2018

MONIQUE FRANÇA E SILVA

**Metodologias Ativas de Ensino como Ação Afirmativa no
Combate à Retenção na Disciplina Fundamentos de Mecânica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Física-Licenciatura da Universidade
Federal de Uberlândia, como requisito parcial
para conclusão do curso.

Orientador: Ricardo Kagimura

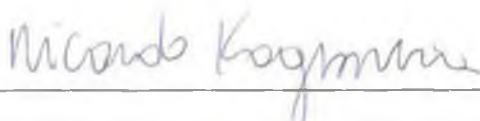
UBERLÂNDIA-MG

2018

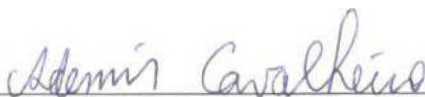
MONIQUE FRANÇA E SILVA

Metodologias ativas de ensino como ação afirmativa no combate à retenção na disciplina
Fundamentos de Mecânica.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Física da
Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial para a obtenção
do título de licenciado em Física.



Prof. Dr. Ricardo Kagimura (orientador)



Prof. Dr. Ademir Cavalheiro



Prof. Dr. José Maria Villas-Bôas

05 de julho de 2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida, família e amigos, e especialmente por iluminar, proteger e guiar a minha jornada acadêmica.

Aos meus Pais, Dolanei e Wison, pelo amor incondicional, pela força, dedicação e incentivo, em todos os momentos da minha vida.

Aos meus Irmãos, Rafael e Wesley, pelo carinho e apoio.

A meu namorado, David, pelo amor, pela compreensão e por permanecer sempre ao meu lado.

À minha Família, em especial a Dolary, pelo amor, cuidado e alegria. Por estarem juntos comigo em todos os momentos difíceis e felizes que passei ao longo da minha Jornada.

Aos meus amigos, em especial Camila, pela companhia nesta jornada da Física, pelos momentos alegres e tristes que a Faculdade proporcionou. Mas principalmente pelas “bruxarias” para concluirmos este curso.

Ao professor Milton e Adevailton, por me proporcionar em participar como Bolsista do Pibid, ajudando a minha formação acadêmica e docente.

Ao Professor Ricardo Kagimura, pelas orientações, ensinamentos e confiança. Pelos trabalhos realizados e apresentados em diversos eventos, proporcionando minha evolução acadêmica - científica.

Aos professores do Instituto de Física, que colaboração com minha formação e com essa pesquisa.

Aos alunos dos Cursos das Exatas e Tecnologia por aceitarem participar e colaborar com essa pesquisa.

À UFU pela oportunidade de me formar integralmente como professora e cientista, possibilitando a participação em Projetos de Extensão, em especial o PROSSIGA.

RESUMO

Este trabalho tem o intuito de investigar o processo de ensino– aprendizagem dos alunos na disciplina de Física I (Mecânica Newtoniana) de diversos cursos das áreas de Engenharias e Ciências Exatas da Universidade Federal de Uberlândia, submetidos a duas metodologias distintas: tradicional e ativa, onde aspectos relacionados ao sistema de ingresso com modalidades de cotas foram abordados. As avaliações da disciplina foram usadas como parâmetro para analisar como as metodologias podem modificar as concepções alternativas dos alunos e se existe uma relação entre desempenho e modalidades de ingresso (Lei das Cotas). Pelo método estatístico do teste qui quadrado, os resultados obtidos mostraram que existe um hiato entre os alunos cotistas e da ampla concorrência, desde a nota de corte do SISU até o desempenho acadêmico. Porém os resultados mostram que as metodologias ativas, além de permitirem um melhor ganho de aprendizagem em relação às metodologias tradicionais, podem promover uma igualdade de condições para os estudantes que chegam com dificuldades, independente da modalidade de entrada no ensino superior. Além disso foi escolhido 2 cursos para a aplicação do teste padronizado FCI, em duas etapas, para analisar e investigar o desempenho conceitual dos alunos em função da modalidade de ingresso e das metodologias de ensino (ativa ou tradicional).

Palavras-chave: Ensino de Física, Retenção, Cotistas, FCI, Concepções Alternativas, Metodologias de Ensino.

ABSTRACT

The aim of our work is to investigate the teaching-learning process of students in Introductory Physics I (Newtonian Mechanics) of several courses in the areas of Science, Technology and Engineering of the Federal University of Uberlândia submitted to two distinct methodologies: traditional and active, where aspects related to the admission system with modalities of quotas were addressed. The evaluations of the discipline were used as a parameter to analyze how the methodologies can modify the students' alternative conceptions and if there is a relation between performance and modalities of entry (Law of Quotas). By the qui-square test, our results showed that there is a gap between the quota students and the non-quot students, from the SISU score to the academic performance. However, our results show that the active methodologies, besides allowing a better learning gain in relation to the traditional methodologies, can reduce this gap between these two groups. In addition, two courses were chosen for the application of the FCI test, in two stages, to analyze and investigate the students' conceptual performance according to the modality of entrance and the teaching methodologies (active or traditional ones).

Keywords: Teaching Physics, Retention, quotations, FCI, alternative conceptions, teaching methodologies.

LISTA DE ABREVIACÕES

1. Instituições de Ensino Superior (IES).
2. Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
3. Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni)
4. Sistema de Seleção Unificada (SISU)
5. *Force Concept Inventory* (FCI).
6. Instrução pelos Colegas (IpC)
7. *Just-in-Time Teaching*(JiTT)
8. Nota de Corte (NC)
9. Metodologia Tradicional e Curso de Alta Demanda (MT-CAD)
10. Metodologia Tradicional e Curso de Média Demanda (MT-CMD)
11. Metodologia Ativa e Curso de Média Demanda (MA-CMD)
12. Cotistas (CT)
13. Ampla Concorrência (AC)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fluxograma da aula com a metodologia IpC	07
Figura 02: Fluxograma da metodologia Just-in-Time Teaching (JiTT).	08
Figura 03: Resultados de ganho médio de 6542 alunos norte americanos através do teste FCI.	15
Figura 04: Resultados obtidos em 10 anos de experiências com o método IpC na Universidade de Harvard.	16
Figura 05: Histograma referente aos resultados do pré-teste para alunos cotistas e não-cotistas do curso A.	26
Figura 06: Histograma referente aos resultados do pré-teste para alunos cotistas e não-cotistas do curso B.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Representação das concepções alternativas referente às questões do teste FCI	17
Tabela 02: Análise da Nota de Corte no SISU/ENEM. Cotista e Ampla concorrência, dos cursos de alta e média demanda.....	22
Tabela 03: Desempenho acadêmico dos alunos em função da metodologia de ensino, demanda no ingresso, modalidade de ingresso e o valor do qui quadrado (X^2).....	24
Tabela 04: Concepções alternativas e suas porcentagens para o pré-teste e o pós-teste, para o curso A (tradicional) e B(ativo).	29

SUMÁRIO

1	Introdução.....	01
2	Referencial Teórico	02
2.1	Ensino de Física: Metodologias Pedagógicas, Concepções alternativas, Retenção e Evasão.....	02
2.1.1	Ensino Tradicional.....	02
2.1.2	Metodologias ativas: Peer Instruction (Instrução pelos Pares) e Just-in-time teaching (ensino sob medida).....	04
2.1.3	Concepções Alternativas.....	09
2.1.4	Retenção na disciplina de Física.....	12
2.2	<i>Force Concept Inventory (FCI)</i>	14
3	A pesquisa.....	17
3.1	Objetivos.....	17
3.2	Sujeitos.....	18
3.3	Materiais e Métodos.....	18
3.3.1	SISU/ENEM	19
3.3.2	Desempenho Acadêmico	20
3.3.3	<i>Force Concept Inventory (FCI)</i>	20
4	Resultados e Discussão	21
4.1	SISU e Reserva de vagas.....	21
4.2	Desempenho acadêmico x Metodologias de ensino.....	23
4.3	FCI.....	26
4.3.1	Concepções Alternativas x Metodologia de Ensino.....	29
5.	Considerações finais.....	34
6.	Referências Bibliográficas.....	37

1 Introdução

Pesquisas em ensino, no fenômeno da retenção e evasão, nos efeitos de políticas governamentais na educação, no processo ensino-aprendizagem, entre outros, têm atraído o interesse de professores e gestores, principalmente nas Instituições de Ensino Superior (IES). Muitos pesquisadores centralizam os seus estudos no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, e assim abordam em suas pesquisas questões sobre as metodologias de ensino, concepções alternativas, avaliações, currículos, entre outros. Dentre inúmeras questões ou problemáticas no ensino de Física nas IES, uma das principais preocupações são as elevadas taxas de retenção e evasão escolar nos cursos de graduação dessas instituições, dentre elas a Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Vários pesquisadores têm buscado compreender os motivos e as causas desses fenômenos nas IES (ATAÍDE, LIMA e ALVES, 2006; SILVA FILHO et al., 2007; LIMA e MACHADO, 2014).

Pesquisas realizadas na UFU (PORTILHO, BARBOSA et al., 2015) mostram que após as implantações dos programas governamentais, tais como a adoção do Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), a implementação do Sistema de Seleção Unificada (SISU) e a Lei no 12.711/2012, conhecida com lei de “cotas sociais”, houve um aumento nos índices de retenção e evasão escolar da UFU. Segundo Portilho et al (2015), o total de alunos evadidos da UFU entre 2006 e 2010 (período anterior ao SISU) foi de 6.056, e nos anos seguintes (2011 a 2014) (período pós SISU) o total de alunos evadidos aumentou para 9.032.

Os cursos das áreas de Ciências Biológicas, Ciências Exatas, Matemática e Engenharias apresentaram os maiores índices de evasão, e ocorrem principalmente nos dois primeiros anos de curso. No caso das Ciências Exatas e Tecnologia, as disciplinas do ciclo básico (Matemática, Computação, Física e outras) apresentam elevados índices de reprovações.

Este trabalho abordará os temas apresentados acima (cotas, metodologias de ensino e retenção), onde se investigou o processo de ensino – aprendizagem dos alunos na disciplina de Física I (Mecânica Newtoniana) submetidos a diferentes metodologias de ensino (tradicional e ativa) e o desempenho dos alunos cotistas e não-cotistas. Realizou-se um estudo sobre desempenho acadêmico dos alunos na disciplina de Física I de diversos cursos de Ciências Exatas e Tecnologia. Por fim, selecionou-se alguns cursos onde os conhecimentos

conceituais prévios (concepções alternativas) dos alunos por meio do teste *Force Concept Inventory* (FCI) foram investigados.

A pesquisa realizada tem o intuito de tentar responder as seguintes questões:

- (i) Há diferenças significativas no desempenho dos alunos submetidos a diferentes tipos de metodologia de ensino (tradicional e ativa)?
- (ii) Há diferença ou existe um hiato entre os alunos cotistas e não cotistas no ingresso na universidade? Em caso afirmativo, como as metodologias influenciam na redução desse hiato?
- (iii) As metodologias de ensino podem influenciar nos índices de retenção e evasão dos alunos?
- (iv) As metodologias de ensino pesquisadas são capazes de amenizar ou acabar com as concepções alternativas dos alunos, em relação aos conceitos Newtonianos?

De maneira geral, o objetivo deste trabalho é de investigar se o tipo de metodologia pedagógica, adotada pelo professor, pode influenciar no processo de ensino aprendizagem na disciplina de Física I, e por consequência no processo de promoção ou retenção dos alunos, sendo eles cotistas ou não.

2 Referencial Teórico

2.1 Ensino de Física: Metodologias Pedagógicas, Concepções alternativas, Retenção e Evasão

2.1.1 Ensino Tradicional

A metodologia tradicional de ensino foi construída a partir das definições estabelecidas sobre papel do aluno, do professor e a estrutura escolar. Antigamente e até nos dias de hoje, essa metodologia é centrada no professor, que é o detentor do conhecimento, já o aluno tem a função de capturar e armazenar as informações ministradas pelo professor de forma passiva, sendo elas simples ou complexas. A estrutura da sala de aula é composta por carteiras enfileiradas e voltadas para o professor e o quadro.

O ensino tradicional fundamenta-se na filosofia da essência de Rousseau, que predomina a concepção de que os homens são essencialmente iguais, e só no processo de ensino que pode ocorrer à diferenciação dos homens, por meio do seu desenvolvimento, de

maneira individual. Desde a revolução industrial até os dias atuais, a educação brasileira ainda é dominada por esta metodologia de ensino (SAVIANI 1991), em todos os níveis de aprendizagem. Mesmo com as críticas de que os professores que adotam as práticas tradicionais, consideram os alunos como “*tabula rasa*” (SCHETZLER 1992), a metodologia tradicional segue rigidamente nas IES. De acordo com Mizukami (1986), grande parte dos professores usa e acaba praticando esta abordagem de ensino. O ensino tradicional ainda prevalece nas práticas pedagógicas de grande parte dos professores da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e de outras IES

Esta metodologia de ensino foi e ainda é muito criticada entre os pesquisadores Kodjaoglanian et al.(2003),Mizukami(1986); Gadotti(1995), Santos&Praia(1992), e Freire (2009). Muitas comparações e analogias foram feitas para representar o ensino tradicional, dentre elas, “o sistema bancário da educação” de Paulo Freire. Essa analogia refere-se à atribuição do professor de preencher os alunos com os conteúdos impostos por ele, numa concepção “*bancária*” (FREIRE, 2009, p.67), onde o professor “*deposita*” seu conhecimento e espera “*sacar*” esse conhecimento mais os “*juros*”, que geralmente é cobrado na forma quantitativa, por meio, dos métodos tradicionais de avaliação, ou seja, as provas.

Nesta analogia os alunos são passivos e receptores de conhecimentos, tornando se um “depósito” do professor, e este pode ser considerado como o “depositário” de poder e conhecimento. Seguindo essa linha de pensamento de Freire, Saviani (1991) e Mizukami (1986) resumem o ensino tradicional de Física como “*transmissão de conhecimento*”, em que o professor atribui o papel de “*transmissor dos conhecimentos*” (MIZUKAMI, 1986. p.11), e os alunos têm a função de “*memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico*” (MIZUKAMI,1986. p.11).

Desta maneira, o ensino de Física, em diferentes níveis de educação no Brasil, que segue os métodos tradicionais se baseia no professor que expõe leis e fórmulas, propõe aos alunos uma sequência de exercícios e problemas matemáticos, ou seja, proporciona o desenvolvimento de habilidade de operação e raciocínio matemático para resolução de problemas físicos. Neste ensino, os conceitos científicos não são muito explorados pelos próprios alunos ou quando são estudados ficam restritos às falas dos professores e as definições presentes nos livros didáticos, em que boa parte dos alunos utilizam a capacidade de memorização para decorar os conceitos.

Percebe-se que no ensino tradicional, o professor desconhece o que o aluno sabe, sua

cultura, interesses, necessidades, e isso leva à aprendizagem memorizada e descontextualizada, pouco relevante para os alunos, com pouco potencial educativo, caracterizado por Mizukami (1986), como conhecimento humano de caráter cumulativo. Os alunos não estão ativamente engajados no processo de abstração e generalização. Muito pouco raciocínio indutivo está envolvido e predomina largamente o raciocínio dedutivo. A dificuldade com ensino tradicional é que ele ignora a possibilidade de que a percepção do aluno possa ser muito diferente da percepção do professor ou das definições conceituais científicos estabelecidos.

Assim o ensino tradicional de Física se resume no verbalismo que se estende até os cálculos matemáticos, ausentando os conceitos científicos e exaltando as dificuldades dos alunos em compreenderem os conceitos físicos, por apresentarem concepções alternativas ou definições do senso comum que são contrárias aos conceitos cientificamente aceitos e, comumente não são explorados ou valorizados pelos professores na construção do processo ensino aprendizagem. Desta forma, McDermott (2002) acredita que a maioria dos alunos não estejam prontos ou aptos para aprender a Física e seus conceitos pelo método de ensino tradicional, que é usualmente a mais utilizada pelas IES. Pois as aulas tradicionais de Física são definidas como expositivas e a avaliação é quantitativa e classificatória (MASETTO, 2003).

Nota-se que existem muitas críticas sobre o ensino tradicional, em especial o ensino de Física. Por outro lado, é muito difícil encontrar pesquisadores e pesquisas que apóiam o ensino tradicional. Estas críticas induzem à reflexão de que no ensino tradicional não ocorre a aprendizagem efetiva dos alunos, apenas a “armazenagem” de conhecimentos desconexos e sem significado para o aluno. Desta maneira, podem-se levantar as seguintes questões:

- (i) Será que os resultados dos alunos são tão diferentes comparados com alunos submetidos a outras metodologias de ensino opostas ao tradicional?
- (ii) Como as metodologias tradicionais de ensino podem influenciar o desempenho acadêmico dos alunos?

Essas e várias outras questões serão levantadas neste trabalho e ao longo dele as possíveis respostas poderão ser encontradas, elaboradas e obtidas.

2.1.2 Metodologias ativas: Peer Instruction (Instrução pelos Pares) e Just-in-time teaching (ensino sob medida)

Seguindo as ideias de Freire (1996), que ensinar não é transmitir os conhecimentos, mas criar condições para que os alunos possam construir saberes. O papel do professor é apenas de um “orientador e organizador” das situações de ensino (PIMENTA; ANASTASIOU, 2005) e o aluno, de acordo com Teixeira (2002) e Massetto (2003), é o sujeito “construtor” do conhecimento. Segundo essa linha de pensamento, o aluno é relevante na construção de sua autonomia, pois deve mostrar-se co-responsável pela construção de resultados em todos os momentos de seu percurso acadêmico. Pesquisadores e educadores criaram metodologias de ensino ativas ou de engajamento interativo, fundamentadas nas teorias de processo de ensino – aprendizagem de Vygotsky, que priorizam a interatividade e o diálogo entre os alunos como base para o crescimento pessoal e construção de novos conhecimentos (SCHEPPER et al., 2007). As metodologias ativas são opostas às ideias e as características do ensino tradicional.

Seguindo nessa linha, um estudo publicado na revista Science (DESLAURIERS; SCHELEW; WIEMAN, 2011), uma das mais conceituadas revista de publicação científica, defende metodologias ativas. Nesse estudo foram analisados dois grupos com conhecimentos prévios em física equivalentes com cerca de 270 alunos cada, durante uma semana. Um dos grupos (grupo controle) era ensinado pelo método tradicional por um professor experiente, carismático, bem avaliado pelos alunos e com grande experiência na disciplina; e o outro (grupo experimental) por um estudante de pós-doutorado com pouca experiência em sala de aula, mas com treinamento nas metodologias de engajamento interativo. O estudo mostrou que o ganho de aprendizagem para o grupo experimental foi duas vezes maior que o do grupo controle para os conteúdos ensinados no período. Também foi observada uma maior frequência dos estudantes do grupo experimental nas aulas.

Há uma grande variedade de metodologias ativas de ensino, como a *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas) (MAZUR, 1997), *Just-in-time teaching* (ensino sob medida) (CROUCH E MAZUR 2001), que serão investigadas neste trabalho, a *Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas) (ALBANESE, MITCHELL, 1993), o *Class-Wide Discussion* (Discussão em turma) (DUFRESNE et al., 1996), *Case Method* (Estudo de Caso) (BARNES, CHRISTENSEN, HANSEN, 1994), o *Think-Pair-Share* (Pense-Par-Compartilhe) (Mc TIGHE, LYMAN, 1988), dentre outras, que tem o objetivo de deslocar o aluno do papel de espectador passivo para o de protagonista, que ativamente processa o

tema em estudo, por exemplo, lendo, escrevendo, discutindo, sintetizando, resolvendo problemas, ou formulando questões.

A Instrução pelos Colegas (IpC), “*Peer Instruction*”, é o mais utilizado no ensino de Física (HENDERSON; DANCY, 2009). Essa metodologia vem ganhando espaço também em outras áreas (BORREGO et al., 2011). O método IpC foi criado em 1990 pelo físico Eric Mazur, professor da Universidade de Harvard. A motivação foi devido a uma constatação semelhante à de Halloun e Hestenes (1985), de que o processo de ensino tradicional de Física tradicional pouco alterava as concepções alternativas dos alunos (MAZUR, 1997, p.6).

Segundo Barros et al. (2004), esta metodologia permite que, ao compartilharem e debaterem conceitos e ideias, os alunos deem um salto qualitativo em seu aprendizado. Desta maneira, os alunos colaboram tanto com seu próprio aprendizado quanto com os dos demais alunos. Esta metodologia de ensino visa à realização de discussões entre os alunos sobre o conteúdo abordado em sala de aula, como por exemplo, os conceitos de Física. Mazur (1996) acredita que os diálogos entre os alunos são bastante eficazes e que os mesmos são capazes de ensinar e aprender entre eles de forma efetiva.

O método IpC, descrito por Crouch e Mazur (2001), funciona da seguinte forma: o professor realiza uma breve apresentação oral sobre os elementos centrais da teoria, durante 10 minutos, e em seguida é apresentado para os alunos uma questão conceitual de múltipla escolha, relacionada com o conceito apresentado pelo professor. Os alunos têm dois minutos para pensarem individualmente sobre a resposta correta e informam suas respostas ao professor, por meio de um sistema de votação. Posteriormente, o professor analisa as respostas, e de acordo com a porcentagem de acertos decide a próxima ação a ser feita: 1) se ele ficar entre 30% e 70%, os alunos devem discutir a questão com seus colegas durante 2-3 minutos e o professor realiza novamente a votação; 2) caso a porcentagem de acertos for menor que 30%, o professor deve explicar o conteúdo novamente; e 3) se ficar acima de 70%, o professor deve discutir a questão. Na figura 1, a seguir, apresenta-se o fluxograma desta metodologia de ensino.

Figura 01: Fluxograma da aula com a metodologia IpC. Adaptado de Crouch e Mazur (2001)



Segundo Mazur (1997), as discussões entre os alunos são bastante eficazes e ele mostra que em todos os testes conceituais, o percentual de acerto após as discussões é maior do que antes. Desta forma, Mazur (1997) acredita que os alunos são mais eficazes em ensinar aos seus colegas, do que o professor. Além disso, acredita-se que a alternância entre exposições do professor e as discussões entre os alunos constitui uma estratégia considerada efetiva (Di VESTA, SMITH, 1979), pois se sabe que as pessoas conseguem manter a atenção numa exposição contínua por um tempo bastante reduzido, conhecido como “*attention span*”. Esse período de atenção dos alunos é menor que 20 minutos (ROWE, 1976; MIDDENDORF, KALISH, 1996). Já a interrupção das exposições por outras atividades promovem a retomada do nível de atenção (RUHL, HUGHES, SCHLOSS, 1987).

A escolha de questões propostas em aula pelo professor (testes conceituais) é de grande importância na metodologia, pois elas devem promover engajamento e aprendizado. Essas questões devem ser baseadas em dificuldades dos estudantes, compostas por questões de múltipla escolha com alternativas contendo equívocos comuns dos alunos, claramente formuladas, terem um nível médio de dificuldade, e por fim não devem ser resolvidas por meio da mera aplicação de fórmulas, sendo um processo de ensino oposto às práticas pedagógicas tradicionais.

Para as elaborações das questões e o desenvolvimento das discussões, o professor tem que conhecer as principais dificuldades e facilidades dos alunos em relação ao conteúdo. Para este processo de conhecimento, é muito utilizado no ensino de ciências o *Just-in-time teaching* (ensino sob medida). De acordo com Crouch e Mazur (2001), o ensino sob medida é uma metodologia que motiva os alunos a estudarem previamente o conteúdo a ser abordado

em sala de aula. Este processo é uma etapa muito difícil para o professor conseguir que os seus alunos realizem os estudos antes das aulas, já que os mesmos estão acostumados com o ensino tradicional em que os alunos só estudam o livro-texto após os tópicos serem cobertos em aula (CROUCH ET AL. 2007).

Para os alunos fazerem esse estudo pré-aula de forma efetiva, eles precisam de uma orientação para pensar sobre o conteúdo antes da aula e de um incentivo para completarem a leitura, pois, normalmente, essa “leitura não é tão efetiva para a maioria dos alunos que estudam nos primeiros períodos da graduação” (CROUCH et al., 2007). De acordo com os resultados das pesquisas Clump, Bauer, Bradley(2004), Podolefsky, Finkelstein (2006), Stelzer Et Al.(2009), demonstram que entre 70 e 80% dos alunos não fazem a leitura pré-aula. Para contornar esta situação, alguns professores adotam o processo de bonificação, na qual estimulam e influenciam os alunos a realizarem as atividades propostas, como por exemplo, as leituras pré-aulas.

Uma das estratégias que o professor também pode utilizar para os alunos estudarem antes da aula é através dos “quizzes”, perguntas simples sobre o conteúdo que deveria ser previamente estudado. Outra forma, de acordo com Crouch et al. (2007) é solicitar aos alunos que elaborem pequenos resumos sobre o que estudaram . Por fim, há o “*Just-in-Time Teaching*” (JiTT) no formato de um questionário que deve ser respondido antes da aula, segundo Novak (1999). De acordo com Mazur e Watkins (2010), o JiTT com questões desafiadoras, estimula o aluno a estudar antes da aula. Assim o professor pode preparar aulas sob medidas baseadas nas respostas dos alunos. A figura 02, apresenta um fluxograma sobre a metodologia JiTT juntamente com o IpC.

Figura 02: Fluxograma da metodologia Just-in-Time Teaching (JiTT).



Ambas metodologias ativas acima mostram visões positivas sobre as características dessas práticas pedagógicas de ensino, em que o aluno constrói o seu conhecimento. Desta forma, podem-se levantar as seguintes questões:

- (i) Será que os resultados dos alunos submetidos a essa metodologia são melhores? E as suas concepções alternativas são superadas?
- (ii) As metodologias ativas de ensino de Física influenciam nos índices de retenção e evasão dos alunos na UFU?
- (iii) As práticas ativas podem influenciar o desempenho acadêmico dos alunos cotistas e da ampla concorrência, na disciplina de Física I?

3.1.3 Concepções Alternativas

Além da dificuldade de estabelecer a metodologia de ensino nas aulas de Física, observa-se que muitos alunos demonstram dificuldades em compreender os conceitos físicos, por apresentarem concepções alternativas ou definições do senso comum que são contrárias aos conceitos cientificamente aceitos e, comumente não são explorados ou valorizados pelos professores na construção do processo de ensino e aprendizagem. Halloun e Hestenes (1985) supõem que estes alunos quando entram na graduação, principalmente nas áreas das Ciências, Engenharias e Matemática, possuem um sistema de crenças e intuições sobre fenômenos físicos derivados de suas extensivas experiências pessoais.

Essas concepções alternativas, de acordo com Peduzzi (2001), são muito difíceis de serem mudadas, mesmo depois das aulas expositivas do conteúdo. Esse assunto é tema de estudo e pesquisa de muitos educadores de Física no mundo, inclusive no Brasil. O pesquisador Ausubel (1968) defende que aquilo que o aluno já sabe é o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem subsequente. O aquilo se refere às concepções alternativas e ao conhecimento científico do aluno, que representam os seus conhecimentos sobre um determinado assunto. Muitos educadores trabalham as concepções alternativas dos alunos com o intuito de compreender o seu processo de aprendizagem referente aos conceitos científicos ensinados no ambiente escolar.

Alguns autores (POZO, 1993) assinalam que o final do século XX pode ser considerado como a época das concepções alternativas, apesar de outros pesquisadores, como Driver (1986) e Viennot (1979), já sinalizarem para essa questão em suas pesquisas. O termo concepções alternativas inicialmente foi denominado por vários nomes e diferentes

conotações, na visão de vários autores, como: ideias intuitivas (DRIVER, 1986), pré-concepções (GIL PÉREZ, 1986; FREITAS; DUARTE, 1990), idéias prévias (GIL PÉREZ, 1986; DRIVER, 1988), pré-conceitos (NOVAK, 1977; ANDERSSON, 1986), erros conceituais (LINKE; VENZ, 1979), conceitos alternativos (GILBERT, 1982), conhecimentos prévios (POZO, 1998) e por fim, concepções alternativas (SANTOS, 1998). Nesta pesquisa usaremos o termo “concepções alternativas”, segundo as ideias de Santos (1998).

As concepções alternativas são definições ou conceitos incoerentes às compreensões científicas ensinadas no âmbito escolar. Segundo Bucussi (2006)

As concepções alternativas caracterizam-se por serem superficiais e coerentes com o ponto de vista do estudante, explicando, equivocadamente, situações do dia-a-dia ou questões colocadas pela educação formal. Também são resistentes à mudança, manifestando-se mesmo após o ensino formal, revelando-se como estruturas conceituais que não estão isoladas e que podem estar explícitas ou implícitas para os estudantes. (BUCUSSI 2006, pg.18)

Seguindo essa linha de pensamento de Bucussi (2006), Sepúlveda (2003, p. 71) resume as concepções alternativas como *“todo o conjunto de pressupostos e crenças fundadas culturalmente”*, assim como Santilli (2002) que também acredita em um conjunto de conhecimentos e práticas que são próprios da cultura e úteis para a sobrevivência do aluno.

Desta maneira, as concepções alternativas apresentadas pelos alunos, na maioria das vezes, são opostas aos saberes científicos aceitos, segundo Baptista (2007), isso pode conduzir os alunos a conflitos e até obstáculos entre as explicações científicas e as explicações oriundas dos seus meios socioculturais. Já Mauri (1999) não olha para as concepções alternativas dos alunos como sendo obstáculos à aprendizagem de novos conceitos e assim como Bastos (1991), acredita que o conhecimento das concepções alternativas dos alunos é um fato de grande importância para o planejamento das atividades pedagógicas dos professores em quaisquer níveis de ensino.

De acordo com Cobern e Loving (2001), nas salas de aula cujos saberes culturais dos alunos são diferentes dos saberes científicos, é importante que o objetivo de ensinar seja a demarcação, e não a anulação de saberes. O ensino, principalmente das ciências devem dar prioridade para que os alunos compreendam os conceitos científicos, ou seja, dominem esses conceitos, em vez de tê-los como válidos ou verdadeiros em suas vidas; porque, se assim for, os alunos poderão ter as suas concepções ampliadas com ideias científicas. Da mesma forma, Schnetzler (1992) enfatiza que a aprendizagem se torna completamente diferente quando as concepções alternativas são levadas em consideração.

Consequentemente, Peduzzi (2001) estabelece que para aprender os conceitos científicos ensinados nas aulas, os alunos devem passar pelo processo de mudança conceitual, que pressupõe que as concepções alternativas deverão ser abandonadas e/ou absorvidas ao longo do processo de ensino. Porém, muitos alunos não conseguem assimilar ou reconhecer os conceitos científicos das suas concepções sobre um determinado assunto, o que provoca a ineficiência do processo de mudança conceitual. Para Moreira (2006), averiguar o que o estudante já sabe não é uma tarefa simples, pois caracteriza revelar os conceitos, ideias na mente do indivíduo e sua organização cognitiva, algo que, dificilmente, se consegue executar por meio de testes que estimulam a memorização.

Para considerar e verificar as concepções alternativas dos alunos, o professor precisa pensar a sua didática e as suas metodologias de ensino. De acordo, com Candau (2008) o professor tem que se adaptar ao meio e tentar transmitir sua didática, partindo de um princípio onde o meio em que o aluno vive deve ser levado em conta, assim buscando sua cultura e sua realidade. Daí então o professor começa a apresentar para o aluno o mundo que ele não conhece. Assim começa o processo de mudança conceitual que é a *“transformação ou substituição de crenças e ideias ingênuas (concepções alternativas) de alunos sobre fenômenos sociais e naturais por outras ideias, mais sofisticadas (cientificamente “corretas”)* (SCHNETZLER, 1992, p. 19), no curso do processo de ensino-aprendizagem.

Na Mudança Conceitual, não ocorre somente na atenção aos aspectos culturais dos alunos, mas é necessário explorar as estratégias de ensino, segundo Ponsner et al.(1982), são eles: (1) levantar as concepções alternativas dos alunos; (2) propor situações que provoquem conflitos cognitivos; (3) explicar o conflito, contrapondo-o com a concepção científica aceita, e (4) aplicar a concepção científica em contextos diversificados.

No campo das pesquisas sobre as concepções alternativas e mudança conceitual, observa-se que 70% dos estudos são relativos a conhecimentos da Física, 20% da Biologia e só 10% da Química, de acordo com Garritz; Trinidad-Velasco (2003). Esta pesquisa não tem só a finalidade de estudar as concepções alternativas dos alunos, sobre os conceitos de Mecânica Newtoniana, mas também como a mudança conceitual dos alunos ocorre após diversos processos de ensino-aprendizagem.

Vários autores (DRIVER e EASLEY, 1978; VIENNOT, 1979; MCDERMOTT; 1984; SHAFFER e MCDERMOTT, 2005; BEICHNER, 1994) acreditam que uma maneira de compreender as concepções de forma quantitativa é através de questionários diagnósticos de múltipla escolha, onde esses autores, partindo do pressuposto de que a quantidade de

conceitos intuitivos dos indivíduos é limitada, espera-se que nas alternativas de resposta estejam descritas a maior parte das concepções utilizadas por eles. Por essa razão foi escolhido o teste padronizado *Force Concept Inventory* (FCI) (será detalhado posteriormente), pois não estimula a memorização e formulações matemáticas, e sim o conhecimento dos conceitos e das definições científicas expressas pelos alunos. Desta maneira, este trabalho tentará responder por meio dos resultados obtidos nas aplicações do teste FCI, os seguintes questionamentos:

- (i) Quais são as concepções alternativas mais comuns dos alunos ingressantes do curso de Física da UFU, referente aos conceitos da mecânica Newtoniana?
- (ii) As concepções alternativas dos alunos podem ser superadas após as aulas de Física I, tradicionais ou ativas?

2.1.4 Retenção na disciplina de Física

As reprovações nas disciplinas de Física básica e Cálculos, segundo Barroso e Falcão (2004), se encontram nos primeiros períodos da graduação, e conseqüentemente também leva a um maior número de evasão. São várias as causas da reprovação e evasão, dentre elas, o processo de ensino-aprendizagem, que envolve o professor, o aluno e a metodologia pedagógica. De acordo com Souza (2008), a reprovação na disciplina pode ser consequência do ingresso de estudantes que não têm estratégias de estudo e não tem compreensão dos conteúdos básicos necessários.

Acredita-se também que as estratégias pedagógicas adotadas pelo professor não auxiliam os alunos a superarem as suas dificuldades, entre elas, as suas concepções alternativas referente aos conceitos da Física Newtoniana, podem proporcionar a ausência e deficiência de conteúdos importantes para a formação do aluno, e por consequência a retenção do aluno na disciplina. A Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão Escolar nas Universidades Públicas Brasileiras (1996) relata que a deficiência de conteúdos do ensino médio pode levar o aluno a sucessivas reprovações e, muitas vezes, ao abandono do curso da graduação.

As concepções alternativas dos alunos ingressantes na graduação, principalmente nas Engenharias e Ciências Exatas, são obstáculos no processo de ensino-aprendizagem de Física, e segundo Silva et al (2017) elas são difíceis de serem superadas após o ensino tradicional de Física. Desta maneira, se as concepções alternativas não forem superadas podem ser outro

fator relevante para a construção da deficiência de conteúdos e proporciona a reprovação do aluno. Por outro lado, muitas pesquisas (MAZUR, 1996; MCDERMOTT, 2002), têm mostrado que metodologias ativas colaboram para uma maior aprovação na disciplina, dentre elas, o IpC e JiTT, já que os alunos conseguem superar as suas concepções alternativas e compreender os conceitos físicos Newtonianos.

Além do processo de ensino aprendizagem, a política de cotas no ensino superior também tem atraído a atenção da comunidade acadêmica e tem sido um tema controverso. Por exemplo, um estudo recente (SILVA, MATTEDI, CÔCO, 2012), realizado no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo, mostrou que há uma relação entre o desempenho acadêmico e a modalidade de ingresso pelo sistema de cotas. Os autores observaram um melhor desempenho dos alunos não-cotistas nos quesitos aprovações e notas nas disciplinas, em especial nas de Física e de Cálculo. Por outro lado, o estudo de (DALLABONA E SCHIEFLER, 2011), realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba, mostrou que a nota média dos alunos oriundos de escola pública era ligeiramente menor, cerca de 3%, em vários cursos de engenharia, que a dos alunos da modalidade de ampla concorrência. Essa diferença chegava a 10% no curso de engenharia de controle e automação. Por outro lado, em vários cursos de tecnologia havia uma inversão, com notas maiores para os alunos cotistas. Também, segundo Santos et al. (2013), nos cursos de alto prestígio da Universidade Federal da Bahia, o desempenho escolar é menor para negros e alunos advindo de escolas públicas, em particular nos cursos da área de Ciências Exatas, ou em disciplinas como as de Cálculo e Física.

Com os relatos dos pesquisadores acima, percebe-se que pode existir um hiato entre os alunos cotistas e não cotistas, em relação ao desempenho escolar. Desta forma, este trabalho tentará responder às seguintes questões, por meio dos resultados obtidos nas análises das notas de ingresso na UFU (SISU/ENEM), nas notas finais da disciplina de Física I e no FCI.

- (i) Será que na UFU existe um hiato no desempenho escolar entre os alunos cotistas e da ampla concorrência, na disciplina de Física I? Ou seja, a modalidade de ingresso na universidade pode influenciar no processo de promoção dos alunos?
- (ii) Na confirmação de um possível hiato inicial, na nota de corte do SISU/ENEM, é possível que as metodologias de ensino de Física adotadas pelos professores possam amenizar essa desigualdade?

2.2 *Force Concept Inventory (FCI)*

Para uma análise complementar dos efeitos das metodologias no processo de ensino-aprendizagem, 2 cursos foram escolhidos para serem investigados por meio do teste padronizado *Force Concept Inventory* (FCI), que foi desenvolvido por David Hestenes, Malcolm Wells e Gregg Swackhalmer, e sua publicação foi no ano de 1992 (HESTENES, WELLS & SWACKHAMER), sendo que o teste FCI é uma adaptação do *Mechanics Diagnostic Test* (MDT), publicado em 1985 (HALLOUN & HESTENES).

Esse teste, FCI, foi aplicado em diversos lugares: Estados Unidos (HAKE1998), Europa (COHEN et al. 2000) e no Brasil (FERNANDES, 2011; GOYA & LABURÚ, 2013), para alunos de diferentes níveis escolares, do Ensino Médio até a Graduação, com os objetivos de verificar as concepções alternativas ou espontâneas e os ganhos ou os desempenhos conceituais dos alunos, principalmente para avaliar a visão newtoniana dos estudantes.

Para alcançar seus objetivos, o teste FCI foi elaborado com 30 questões de múltipla escolha, que abordam conceitos de Cinemática, das Leis de Newton, do Princípio da Superposição e dos Tipos de Forças. Cada questão é composta por cinco alternativas, sendo que entre elas há o conceito aceito pela Comunidade Científica e os conceitos alternativos estabelecidos. De maneira geral, o teste FCI foi estruturado para monitorar e acompanhar a compreensão dos conceitos de força e cinemática dos estudantes durante as aulas de Física I (SAVINAIMEN & SCOTT, 2002). Além disso, de acordo com Piekarz, Serbena et al. (2003) o teste FCI é amplamente utilizado na literatura de pesquisa em ensino de Física, o que o torna um bom instrumento de comparação .

O teste FCI foi originalmente desenvolvido na língua inglesa. Existem versões traduzidas para outras línguas. Segundo Covián e Celemín (2008), existem versões em espanhol (MACIÁ-BARBER, HERNANDEZ, MENÉNDEZ, 1995), alemão, malaio, chinês, francês, turco, sueco e outros idiomas (JACKSON, 2015). Em português, dentro do contexto brasileiro, há uma versão do teste FCI traduzida e validada por Fernandes (2011). A tradução é mais do que uma questão linguística: ela requer a adaptação dos enunciados das questões ao contexto cultural de uma população e a sua validação (FERNANDES; 2011).

Os dados obtidos por meio das aplicações do teste FCI serão utilizados para calcular o ganho normalizado dos alunos, que foi definido pelo pesquisador Hake (1998) em sua pesquisa realizada com aproximadamente seis mil alunos. A seguir, apresentamos as fórmulas

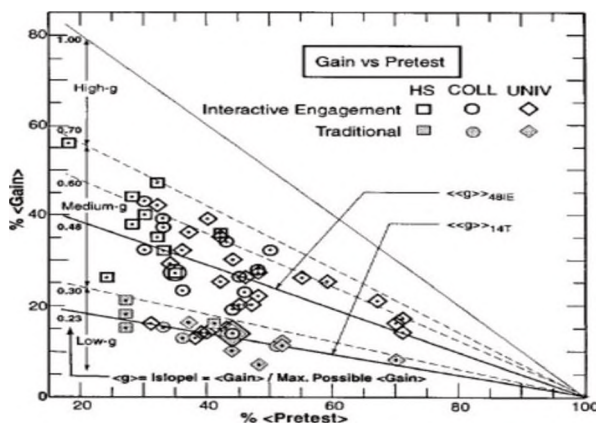
do ganho normalizado (g) e da média aritmética (m), respectivamente:

$$g = \frac{(nota\ do\ pós) - (nota\ do\ pré)}{30 - (nota\ do\ pré)} \quad \text{Ganho}$$

$$m = \frac{\sum g}{n^{\circ} de\ alunos} \quad \text{Média aritmética}$$

Analisando a equação do ganho percebe-se que o valor máximo de g é 1, que indica 100% de acertos das questões errôneas do pré-teste. De acordo com as pesquisas de Hake (1998), o aluno que acertar acima de 90% das questões tem um pensamento robustamente newtoniano, e para aqueles com 60% de acertos possuem uma boa compreensão. Já o aluno que obtiver menos de 20% tem uma visão Aristotélica da Física. Assim, Hake (Hake, 1998) calculou os ganhos de mais de 6 mil alunos, onde compara resultados de alunos ensinados por métodos ativos e tradicionais em disciplinas de Física básica. Trata-se de um estudo de grande escala, envolvendo mais de seis mil alunos, em 62 disciplinas, em diversas instituições de ensino superior e de nível médio. A figura 03, abaixo representa o gráfico com os resultados da pesquisa de Hake.

Figura 03: Resultados de ganho médio de 6542 alunos norte americanos através do teste FCI. (HAKE, 1998)



Analisando a figura 03, dos resultados apresentados por Hake (1998), percebe-se que os alunos de Ensino Médio (*High School* - HS), Faculdade (*College* - COLL) e Universidades (*University* - UNIV) apresentaram melhores resultados quando submetidos a metodologias não-tradicionais (*Interactive Engagement*). O ganho de Hake médio nas disciplinas tradicionais foi de 0,23, com desvio padrão de 0,04. Com os métodos ativos esse ganho foi mais de duas vezes maior (0,48), com desvio padrão de 0,14. Nota-se que todas as 14 disciplinas tradicionais obtiveram ganhos inferiores a 0,3. Apenas sete das 48 disciplinas que utilizaram métodos ativos tiveram ganhos abaixo desse valor. Já o pesquisador Barros et al

(2004) obteve em seus estudos na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) o valor de 0,19 para o ensino tradicional, e para a metodologia de engajamento interativo o ganho foi de 0,32. Os resultados dos ganhos dos alunos obtidos neste trabalho serão comparados com esses.

A figura 04 sintetiza os resultados de dez anos de experiência com o método Instrução pelos Colegas na Universidade de Harvard (CROUCH, MAZUR, 2001; CROUCH et al., 2007). Os dados referem-se a duas disciplinas introdutórias de mecânica – uma baseada no Cálculo (“*Calculus-based*”), endereçada a alunos de Ciências Exatas e a outra, baseada na Álgebra (“*Algebra-based*”), para estudantes de outras áreas. Esses resultados, baseados no teste FCI, demonstraram uma melhora significativa no aprendizado conceitual quando se utiliza IpC.

Figura 04: Resultados obtidos em 10 anos de experiências com o método IpC na Universidade de Harvard. O trad e o IpC são, respectivamente, o método tradicional de ensino e o Instrução pelos Colegas. As notas médias do pré e pós-teste referem-se ao teste FCI. N corresponde ao número de alunos. Adaptado de Crouch e Mazur (2001) e Crouch et al. (2007).

Ano	Método	Nota		Ganho absoluto (pós - pré)	Ganho normalizado <g>	N
		Pré	pós			
“Calculus-based”						
1990	Trad	70%	78%	8%	0,25	121
1991	IpC	71%	85%	14%	0,49	177
1993	IpC	70%	86%	16%	0,55	158
1994	IpC	70%	88%	18%	0,59	216
1995	IpC	67%	88%	21%	0,64	181
1996	IpC	67%	89%	22%	0,68	153
1997	IpC	67%	92%	25%	0,74	117
“Algebra-based”						
1998	IpC	50%	83%	33%	0,65	246
1999	Trad	48%	69%	21%	0,40	129
2000	IpC	47%	80%	33%	0,63	126

Além de instrumento de avaliação de desempenho dos alunos, o questionário FCI fornece informações quanto às concepções alternativas dos alunos (HAKE, 1997). A figura 05 indica a relação dos conhecimentos alternativos em mecânica apresentados em cada alternativa das questões do teste, que foram obtidos na pesquisa de Fernandes (2010).

Tabela 01: Representação das concepções alternativas referente às questões do teste FCI traduzida e adaptada por Fernandes (2011 Apud HESTENES et al., 1992).

Conteúdo	Conceitos intuitivos (Questões/alternativa)
Cinemática	1-Não há distinção entre posição e velocidade (19B, 19C, 19D)
	2-Velocidade e aceleração possuem o mesmo significado (19A; 20B, 20C)
	3-Descrição do movimento de um projétil e sistema de referência (14A, 14B)
1ª Lei de Newton	4-Para haver movimento sempre é necessário uma força na mesma direção do movimento. (5C, 5D, 5E; 11B, 11C; 27D; 30B, 30D, 30E)
	5-Dissipação do <i>ímpetus</i> inicial (12C, D; 13A, B, C; 14E; 23D; 24C, E; 27B)
	6-Ausência da força centrípeta ao descrever os movimentos circulares (5C, D, E; 6A; 7A, D; 18C, D)
2ª Lei de Newton	7-Movimento de um corpo é sempre resultado de uma força resultante (5C, D, E; 27A)
	8-Velocidade é proporcional à força aplicada (22A; 26A)
	9-Mesmo se haver uma força no sentido do vetor velocidade, o módulo da velocidade diminui. (22C, E)
3ª Lei de Newton	10-O objeto de maior massa possui uma força maior (ação) em relação a (reação) do corpo de menor massa (4A, D; 15B; 16 B; 28D)
	11-Objeto em movimento, em contato com outro objeto parado, produz a maior força (15C; 16C; 28D)
Diagrama de forças	12-Identificação de forças atuantes sobre o corpo. (4C; 5A; 11A, B; 15E; 16E; 18A; 29A)
Resistência	13-Só existe movimento do objeto quando a força aplicada supera a resistência (25A, B, D; 26B)
	14-Descrição do movimento de um objeto sujeito a uma força de atrito cinético. (27A, B)
Gravidade	14-Objetos pesados caem mais rápido do que objetos mais leves (1A; 2B, D)
	15-Aceleração da gravidade aumenta enquanto o objeto cai (3B; 13B)

3 A pesquisa

3.1 Objetivos

Pelos motivos apresentados acima, este trabalho terá o principal objetivo de investigar se e como o tipo de metodologia pedagógica (tradicional ou ativa), adotada pelos professores da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pode influenciar no processo de ensino aprendizagem na disciplina de Física I, e por consequência no processo de promoção ou retenção dos alunos, sendo eles cotistas ou não. Para isso serão verificados: (i) existência de

um possível hiato entre os alunos cotistas e da ampla concorrência; (ii) desenvolvimento conceitual dos alunos, após as aulas tradicionais e/ou com metodologias interativas de Física I; (iii) as concepções alternativas, a mudança e/ou resistência conceitual, referente aos conceitos da mecânica newtoniana apresentados pelos alunos da graduação dos cursos de Ciências Exatas e Tecnologia;. Além de tentar responder as questões levantadas nas seções anteriores.

Com este trabalho, espera-se obter informações sobre o conhecimento dos alunos e das metodologias de ensino, visto que a elevada taxa de retenção nas disciplinas de Física I pode estar relacionada com as dificuldades conceituais (concepções alternativas) e as práticas pedagógicas adotadas pelos professores. Também, poderá ajudar os professores a encontrarem metodologias de ensino que proporcionem os alunos a superarem as suas concepções alternativas, e por consequência contribuir para a mudança do quadro de retenção dos alunos e para a construção do conhecimento científico. Por fim, espera-se que os resultados deste trabalho possam indicar possíveis caminhos para amenizar o grave problema de evasão e retenção na UFU, principalmente nas disciplinas dos ciclos básicos dos cursos de Ciências Exatas e Tecnologia.

3.2 Sujeitos

Alunos Ingressantes de 14 cursos de Ciências Exatas e Tecnologia na Universidade Federal de Uberlândia, pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU) dos anos de 2015 e 2016. No primeiro momento foram utilizados 546 alunos, com o intuito de analisar as notas de corte de ingresso e as notas finais na disciplina de Física I. No segundo momento foi aplicado o FCI em duas etapas, para 66 alunos do curso A e para 26 do curso B.

3.3 Materiais e Métodos

Nas análises deste trabalho foram considerados somente os alunos novatos (não-repetentes) na disciplina de Física I que pertenciam a um dos 14 cursos investigados e que ingressaram no primeiro semestre dos anos de 2015 ou 2016 via SISU/ENEM. Para cada um desses alunos foi considerado sua nota final na disciplina, sua modalidade de ingresso (por cota ou pela ampla concorrência) e a metodologia de ensino adotada por seu professor. A maior parte dos alunos foi submetida às metodologias tradicionais, exceto um curso de média

demanda, onde utilizou-se metodologias ativas. Os dados foram distribuídos nos seguintes tópicos: SISU/ENEM, desempenho acadêmico, e teste padronizado FCI.

3.3.1 SISU/ENEM

Em um primeiro momento realizou-se a coleta de dados no portal do Sistema de matrícula *online* da UFU, onde fez-se um cruzamento de dados dos resultados do SISU/ENEM de 2015 e 2016 e dos alunos matriculados na disciplina de Física I. Para análise, os seguintes dados foram considerados: modalidades de ingresso (cotas ou ampla concorrência) e notas finais na disciplina. No sistema SISU/ENEM, as modalidades 01 a 04 representam alunos cotistas, que se encaixam em algum dos perfis de alunos para a reserva de vagas, que são os alunos egressos de escola pública ou bolsistas em escolas particulares, com renda familiar bruta igual ou inferior a 1,5 salários-mínimos, e que se autodeclararam pretos, pardos e indígenas. A modalidade 5 é a de ampla concorrência.

A classificação dos cursos (alta, média e baixa demanda) se baseou nas notas de corte no processo SISU/ENEM do primeiro semestre de 2015 dos alunos da ampla concorrência. Para essa modalidade a nota de corte (NC) mais alta foi a do curso de Medicina com NC= 768,97 pontos, seguida da nota de 764,76 para o curso de Engenharia Aeronáutica. Assim, considerou-se os cursos com nota de corte maior que 700 pontos de alta concorrência, os de média para a nota de corte entre 600 e 700, e abaixo de 600 pontos para os cursos de baixa concorrência. Seguindo essa classificação, este trabalho estudou os alunos ingressantes de 9 cursos de Graduação de ampla concorrência e 6 de média concorrência no ingresso na UFU da área de Ciências Exatas e Tecnologia.

Para cada curso e ano do SISU foi calculada a média ponderada das notas de corte de ingresso dos cotistas e da ampla concorrência. Para essa média, considerou-se as notas de corte da primeira chamada da lista de espera (ou da chamada regular, caso não houvesse candidato de uma determinada modalidade). Vale ressaltar que pelo menos 75% das vagas são preenchidas com a primeira chamada da lista de espera. Para a média ponderada considerou-se:

- ✓ Modalidade 01 e 03 possuem, cada uma, 15% da reserva de vagas.
- ✓ Modalidade 02 e 04, cada uma tem 10% da reserva de vagas.

- ✓ Modalidade 05 (ampla concorrência) tem 50% da reserva de vagas. (não foi realizado a média ponderada neste caso)

Exemplo: No curso X, na primeira chamada da lista de espera, na modalidade da ampla concorrência a nota de corte (NC) foi de 800 pontos, a modalidade 01 (NC=740), modalidade 02 (NC=780), modalidade 03(NC=799), modalidade 04(NC=800);

O resultado da média ponderado da nota de corte dos alunos das modalidades de cotas do exemplo exposto acima foi em torno de 777,7 pontos, sendo que essa nota está abaixo da nota de corte da ampla concorrência (NC=800). Esse resultado indica que pode existir um hiato entre os alunos cotistas e não cotistas. Desta maneira, serão analisadas as notas de corte dos 14 cursos pesquisados neste trabalho, com o intuito de verificar se há diferenças significativas entre as notas de corte de ingresso dos alunos cotistas e da ampla concorrência. Os dados obtidos estão apresentados na tabela 02.

3.3.2 Desempenho Acadêmico

Em um segundo momento foi analisado as notas finais dos alunos ingressantes, do primeiro semestre dos anos 2015 e 2016, na disciplina de Física I. Para esta análise foi calculado a média aritmética e a razão das notas dos alunos cotistas e da ampla concorrência aprovados na disciplina. Apesar das avaliações terem sido diferentes, pode-se medir a diferença no desempenho dos alunos cotistas e não cotistas, em uma dada turma e verificar se existe uma tendência entre os vários cursos investigados.

Também, para uma análise mais estatística foi realizado o teste de hipóteses qui quadrado (X^2), para os dados do número total de alunos, de cotistas ou da ampla concorrência, de reprovados e de aprovados, apresentados na Tabela 03. Neste trabalho, se o valor de qui quadrado for menor (maior) que 3,841, onde o nível de significância utilizado foi de 0,05, os resultados são estatisticamente significativos e indicam que a performance dos dois grupos (cotistas e ampla concorrência) é semelhante ou distinta, ou seja, a porcentagem de alunos aprovados independe ou depende da modalidade de ingresso.

3.3.1 Force Concept Inventory (FCI)

O teste FCI foi aplicado em dos 2 cursos selecionados e denominados como curso A e B. O curso A refere-se a um curso de alta concorrência e submetido a uma metodologia

tradicional, enquanto o curso B é de média concorrência e foi submetido a metodologias ativas (IpC e JiTT). O teste FCI foi aplicado duas vezes, sendo uma realizada no início do semestre (pré-teste) e a outra no final do semestre (pós-teste). No curso A, 66 alunos realizaram o pré-teste e 52 ambos os testes. Já no curso B, 26 alunos realizaram o pré-teste e 25 ambos. Os resultados obtidos nestes dois testes (pré e pós-testes) estão ilustrados nos histogramas das Figuras 05 e 06. Também foram utilizados para calcular e verificar o desempenho dos alunos (ganho médio) em função da modalidade de ingresso e da metodologia de ensino.

Também foi realizado o levantamento da porcentagem de alunos que marcaram uma determinada alternativa (A, B, C, D, E ou nulo/branco) de uma dada questão (01 a 30). Repetindo-se esse procedimento para todas as alternativas de todas as questões, construiu-se uma tabela auxiliar (não mostrada) com essas porcentagens. A seguir, as concepções alternativas foram classificadas em 3 grupos : cinemática, leis de Newton e tipos de força (HALLOUN e HESTNES, 1985). Para cada um dos grupos citados, separou-se as alternativas referentes a cada concepção alternativa, por exemplo, as alternativas 19A, 20B e 20C referem-se ao não discernimento entre velocidade e aceleração. Dessa forma, calculou-se a porcentagem total de alunos para cada concepção alternativa. Os resultados estão mostrados na Tabela 04.

4 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho foram divididos em três tópicos: SISU e Reserva de vagas, Desempenho Acadêmico x Metodologia de Ensino, e FCI.

4.1 SISU e Reserva de vagas

Inicialmente, analisou-se a nota de corte para o ingresso na universidade dos alunos cotistas e da ampla concorrência, com o intuito de verificar se existe um possível hiato entre esses dois grupos. Para os alunos cotistas fez-se uma média ponderada para as diferentes modalidades de cotas considerando-se o número de vagas para cada modalidade. Nessa análise, foi considerada a nota de corte da primeira chamada da lista de espera, isso permite uma melhor padronização da análise. A tabela 02 mostra a classificação dos cursos, as médias ponderadas da nota de corte (NC) das modalidades de cotas e dos alunos da ampla concorrência.

Tabela 02: Análise da Nota de Corte no SISU/ENEM. Cotista e Ampla concorrência, dos cursos de alta (CAD) e média demanda (CMD)

Classificação	Média Ponderada NC Cotistas	NC da Ampla concorrência
CAD1	734	759
CAD2	729	777
CAD3	716	765
CAD4	715	778
CAD5	711	768
CAD6	700	769
CAD7	695	757
CAD8	687	772
CAD9	661	753
CMD1	664	739
CMD2	655	701
CMD3	654	701
CMD4	637	698
CMD5	613	631
CMD6	604	628

Dentre os curso de Ciências Exatas e Tecnologia foi classificado 09 cursos como alta demanda, sendo que de acordo com a tabela 02, a nota de corte foi superior a 750 pontos, para os alunos da ampla concorrência. Nota-se que a média ponderada da nota de corte dos alunos cotista dos 9 cursos, teve a maior nota entorno de 734(CAD1) e a nota mais baixa foi 601(CAD9), resultando em uma diferença de 130 pontos entre as NC dos cotistas e os cursos. Já a NC da ampla concorrência corresponde aproximadamente 777(CAD2 e 4) sendo a nota

de corte mais alta, e os cursos CMD1, 7 e 9 apresentaram a NC abaixo de 760 pontos, correspondendo aos alunos da ampla concorrência. Analisando as notas de corte percebe-se que a diferença entre as médias das notas dos alunos cotistas e não cotistas estão entre 20 e 100 pontos para os cursos de alta demanda. Os cursos CAD 7, 8 e 9 apresentaram as menores médias ponderada da nota de corte dos alunos cotistas, sendo abaixo de 700 pontos. Desta maneira, os dados da tabela 02 indicam um possível hiato entre os alunos cotista e da ampla concorrência, ou seja, uma diferença significativa, em prol dos alunos da ampla concorrência.

Os cursos de média demanda referem-se à NC entre 600 a 740 pontos, em que foram pesquisados 06 cursos da UFU. Nota-se na tabela 02, que os alunos da ampla concorrência tiveram a média de nota de corte maior que os alunos cotistas, sendo que a maior nota foi de 739(CMD1) pontos e a menor corresponde a 701(CMD2 e 3) pontos, para os alunos não cotistas. Os alunos que concorreram às reservas de vagas pela modalidade de cotas para os cursos de média demanda obtiveram a 664(CMD1) pontos e 604(CMD6) pontos, respectivamente a maior e menor média ponderada das notas de corte para este grupo de alunos. Em comparação aos cursos de alta demanda, nota-se que a diferença das médias das notas de cortes dos alunos é maior que aos cursos de média demanda, já que correspondem aproximadamente 30 e 130 pontos. Assim, pode-se perceber que quando curso de média demanda existem grandes diferenças significativas nas notas de corte dos alunos, sendo ele cotista ou não.

Com os dados da tabela 02, percebe-se que os alunos cotistas dos cursos de alta e média demanda apresentam notas inferiores aos alunos da ampla concorrência. Desta forma, o hiato inicial nas notas de corte do SISU dos alunos pode influenciar no desempenho acadêmico destes alunos, em especial dos alunos cotistas?

4.2 Desempenho acadêmico x Metodologias de ensino

Para estudar o desempenho dos alunos, foi construído a Tabela 02 que mostra os dados obtidos para alunos novatos (não-repetentes) na disciplina de Física I para 14 cursos investigados, que foram divididos em 3 categorias: MT-CAD (metodologia tradicional e curso de alta demanda – 9 cursos), MT-CMD (metodologia tradicional e curso de média demanda – 5 cursos) e MA-CMD (metodologia ativa e curso de média demanda – 1 curso). Em cada categoria, separou-se os alunos em cotistas (CT) e da ampla concorrência (AC). A Tabela 03

mostra o número de alunos aprovados e reprovados para cada categoria e o valor calculado para o qui quadrado (X^2).

Tabela 03: Desempenho acadêmico dos alunos em função da metodologia de ensino, demanda no ingresso, modalidade de ingresso e o valor do qui quadrado (X^2).

Cursos	AP + RP		Aprovados (AP)		Reprovados (RP)		Trancamento		X^2
	AC	CT	AC	CT	AC	CT	AC	CT	
MT-CAD	166	135	148	87	18	48	9	2	24,5
MT-CMD	129	87	97	52	32	36	5	4	6,6
MA-CMD	15	14	9	10	6	4	1	0	0,4

Para 09 cursos classificados como metodologia tradicional de ensino e alta demanda (MT-CAD) considerou-se os alunos ingressantes pelo SISU/ENEM no primeiro semestre de 2015 e 2016, totalizando 301 alunos. Sendo que estes alunos foram divididos entre 135 cotistas e 166 alunos de ampla concorrência. Na tabela 03, mostra que 148 alunos da ampla concorrência foram aprovados na disciplina de Física I, o que corresponde a 89% dos alunos, e apenas 18 alunos foram reprovados. Por outro lado, apenas 64% dos alunos cotistas conseguiram a promoção na disciplina, ou seja, 48 alunos cotistas foram reprovados. Desta maneira, percebe-se que a porcentagem de alunos cotistas reprovados nos cursos de alta demanda e com ensino tradicional é maior que os alunos da ampla concorrência. Estes dados levantam a tese de que há um possível hiato no desempenho na disciplina entre os dois grupos de alunos. Para testar essa hipótese, existência do hiato, foi calculado o qui quadrado, que está mostrado na tabela 02. Assim, obteve para a categoria MT-CAD $X^2 = 24,5 > 3,841$ (nível de significância de 0,05), o que indica uma diferença estatisticamente significativa na performance dos dois grupos de alunos, cotista e da ampla concorrência. Esse resultado indica que o hiato entre os dois grupos observados no ingresso se repete no desempenho na disciplina de Física 1.

Para a categoria dos 05 cursos de média demanda e ensino tradicional de Física (MT-CMD), teve uma discrepância menor do teste qui quadrado, mas ainda continua sendo estatisticamente significativa, de acordo com a tabela 02, o qui quadrado X^2 para esta categoria corresponde a 6,6, onde 60% dos alunos cotistas foram aprovados, enquanto esse número sobe para 75% para os da ampla concorrência. Dos 216 alunos dos cursos desta

categoria, 32% dos alunos foram reprovados, sendo eles cotistas ou não. Novamente, percebe-se, pelos dados da tabela 02, que há a existência de um hiato entre os alunos cotistas e da ampla concorrência, em que os resultados estão em prol dos alunos da ampla concorrência, sendo dos cursos de alta ou média demanda submetidos a metodologia tradicional de ensino de Física.

Também é interessante notar que o número de alunos matriculados da ampla concorrência na disciplina é cerca de 20% e 48% maior que o dos cotistas, para as categorias dos cursos de ampla e média demanda, respectivamente, indicando uma possível maior evasão ou retenção dos alunos cotistas. Em ambas as categorias, o número de alunos cotistas reprovados foi maior que o de alunos da ampla concorrência, sendo que juntas foram 134 reprovações, dividido em 84 alunos cotistas e 50 da ampla concorrência, ou seja, 26% do total de 517 alunos foram reprovados na disciplina de Física I.

Por outro lado, a tabela 03, mostra os dados da categoria de curso de média demanda e metodologia de ensino ativo (MA-CMD), que apesar do número reduzido de alunos, apresenta resultados significativos para este trabalho. Um dos principais resultados está no teste do qui quadrado X^2 , que para esta categoria foi de 0,4, sendo menor que 3,841 (nível de significância de 0,05), o que indica que não há uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de alunos, cotista e não cotista, apesar do número de aprovados ser ligeiramente favorável aos cotistas. Inicialmente, percebe-se que o número de alunos matriculados é aproximadamente igual, tendo 15 alunos da ampla concorrência e 14 cotistas. Assim, os resultados da quantidade de alunos aprovados também foram aproximadamente iguais, sendo que 9 alunos da ampla concorrência e 10 cotistas.

Desta maneira, percebe-se pelos dados da tabela 02 e 03, que na categoria de cursos de média demanda, mas com metodologias de ensino diferentes, apresentam resultados distintos. Inicialmente pela tabela 02, mostrou-se que nos cursos de média demanda apresentam um pequeno hiato entre as notas de corte dos alunos cotistas e não cotistas. Mas com os dados da tabela 03, percebe-se que esse hiato permanece apenas na categoria de alta e média demanda que tiveram aulas tradicionais de física. Já no curso de média demanda e metodologia ativa, esse hiato inicial presente nas notas do SISU praticamente desaparece, e com isso pode-se concluir que a metodologia de ensino ativo pode estabelecer uma igualdade no desempenho acadêmico entre os alunos cotistas e não cotistas.

Por fim, foi calculada a nota final média dos alunos aprovados da ampla concorrência e a dos cotistas aprovados, para verificar se existe hiato nas notas, ou seja, diferenças

significativas. Os resultados indicam que para a categoria dos cursos de alta demanda e ensino tradicional a razão (R) entre a nota média dos alunos da ampla e cotista ficou entre $1,04 < R < 1,18$. Já para os cursos de média demanda e metodologia tradicional, a razão foi de $0,83 < R < 1,12$, em que 3 dos 5 cursos obteve $R > 1$, indicando novamente uma melhor performance em prol dos alunos da ampla concorrência. Por outro lado, para os alunos da categoria do curso de média demanda e metodologias ativas não há uma diferença significativa entre as médias das notas finais, $R = 0,94$, indicando a mesma tendência observada no quesito aprovação/reprovação.

Assim, os resultados obtidos até agora indicam um caminho em que as metodologias ativas possam ser utilizadas como ações afirmativas no âmbito da universidade para a redução da retenção escolar entre os alunos cotistas.

4.3 FCI

Para subsidiar um pouco mais esses resultados, realizou-se uma análise utilizando o teste FCI. Nessa análise foram escolhidos 2 cursos, nomeados como curso A e curso B, onde o curso A é um curso do grupo de alta demanda e ensino tradicional, e o curso B é do grupo de média demanda e metodologias ativas de ensino. O teste FCI foi aplicado em duas etapas, antes e após as aulas sobre os conteúdos do teste (cinemática e dinâmica). Os dados obtidos no pré-teste estão representados nas Figuras 05 e 06 para os cursos A e B, respectivamente, onde a parte hachurada se refere aos resultados dos cotistas e a não hachurada aos da ampla concorrência.

Figura 05: Histograma, referente ao pré-teste, do número (#) de acertos em função do número (#) de alunos para o curso A, onde a região hachurada em vermelho representa os dados dos cotistas e a linha preta dos não cotistas.

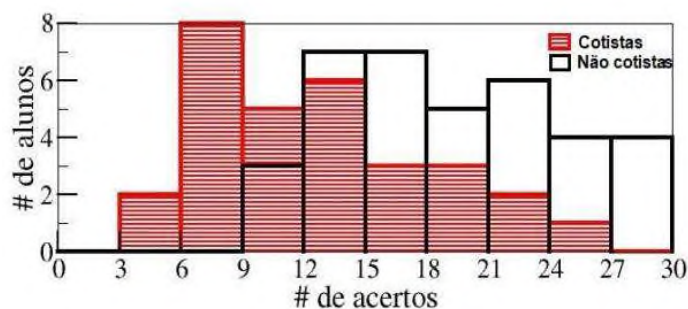
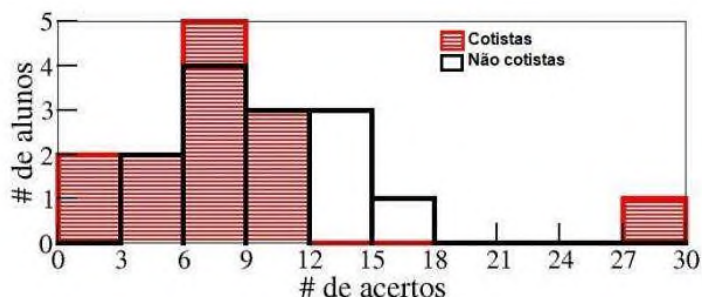


Figura 06: Histograma, referente ao pré-teste, do número (#) de acertos em função do número (#) de alunos para o curso B, onde a região hachurada em vermelho representa os dados dos cotistas e a linha preta dos não cotistas.



A Figura 05 mostra o resultado do pré-teste FCI de 66 alunos do curso A, onde 36 são da ampla concorrência e 30 são cotistas. Já na Figura 06 é mostrado o resultado de 26 alunos do curso B, que são divididos igualmente entre alunos da ampla concorrência e cotistas. Assim os resultados indicam que o hiato observado nas notas de corte de ingresso entre alunos cotistas e da ampla concorrência, apresentados na tabela 02, também é observado quando se analisa conhecimentos conceituais sobre conteúdos de mecânica. Em ambas as Figuras 05 e 06, os histogramas dos alunos cotistas estão deslocados para a esquerda e o da ampla concorrência para a direita, onde a diferença entre eles é maior para o curso A de ampla concorrência, seguindo a mesma tendência observada para a nota de corte, ou seja, a diferença nas notas de corte entre os dois grupos é maior para cursos de alta demanda do que para os de média demanda.

Também nota-se que na Figura 05, 62% do total de alunos do curso A acertaram menos de 18 questões (60%) no pré-teste. Deste 62% dos alunos, 56% deles refere-se aos alunos cotistas, em que o pico no histograma ficou entre 6 e 9 acertos. Já os alunos da ampla concorrência correspondem aos 44% restantes, tendo-se o pico em 12 e 18 acertos. Assim, 62% dos alunos apresentam concepções alternativas, e isso significa que muitos destes alunos possuem uma baixa compreensão dos conceitos Newtonianos (HAKE, 1998), principalmente os alunos cotistas. Por outro lado, aproximadamente 38% do total de alunos do curso A conseguiram mais de 60% no pré-teste, sendo que 76% e 24% desses alunos da ampla concorrência e cotistas, respectivamente. O pico dos alunos cotistas ficou entre 18 e 21 acertos, já os da ampla concorrência correspondem a 21 e 24 acertos. De acordo com Hake (1998), quando o aluno tem uma boa compreensão dos conceitos físicos da mecânica newtoniana é quando ele acerta mais de 60% no teste FCI. Assim, percebe-se nos resultados obtidos que há um hiato entre os alunos cotistas e não cotistas do curso A, referente aos conceitos de Física básica presentes no teste FCI, em prol dos alunos da ampla concorrência.

Já no Curso B de média demanda este cenário continua, mas o hiato é menor do que aquele observado no curso A. Nota-se, na figura 06, que apenas 1 aluno entre o total de 26 alunos possui uma boa compreensão dos conceitos físicos presentes no FCI, sendo que este aluno ingressou no curso por meio das cotas. Desta maneira, 96% dos alunos do curso B possuem alguma deficiência sobre conteúdos de Física I.

Com a aplicação do pré e pós-teste, o desempenho conceitual (ganho) foi calculado utilizando-se as notas de ambos os testes, que basicamente indica a porcentagem de acertos sobre o número de questões incorretas do pré-teste. Para o curso A, os alunos da ampla concorrência tiveram um ganho médio de 25%, já os alunos cotistas tiveram um ganho médio de 22%, resultando em uma diferença pequena entre os 2 grupos. No curso B, os alunos cotistas tiveram o ganho médio de 35%, e os alunos da ampla concorrência de 33%, que também apresenta uma diferença pequena entre os alunos cotistas e da ampla concorrência. Porém os alunos cotistas tiveram ganho médio ligeiramente superior ao dos alunos não cotista.

De maneira geral, nota-se que o ganho médio dos alunos do curso B foi maior do que o do curso A. Além disso, o ganho médio do curso A, de 24%, está em linha com os ganhos médios reportados na literatura de 19% a 25% para o ensino tradicional, enquanto o ganho médio dos alunos do curso B de 34% para metodologias ativas estão de acordo com resultados de Barros et. al (2004) e Hake(1998), 32% a 48%. Assim, os resultados reportados levam, novamente, a pensar que as metodologias ativas podem ajudar na minimização daquele hiato observados tanto nas notas de corte quanto nos resultados do teste FCI, e promover a igualdade de ensino-aprendizagem entre os alunos, independente da modalidade de ingresso na universidade.

Apesar dos ganhos conceituais obtidos, percebe-se que, mesmo com a metodologia ativa, os alunos não conseguiram ganhos expressivos no teste FCI, ou seja, ainda não possuem conhecimentos robustos em conceitos da mecânica Newtoniana. Isso nos leva à seguinte indagação: Quais concepções alternativas foram superadas? Quais são mais resistentes à mudança?

4.3.1 Concepções Alternativas x Metodologia de Ensino

Para investigar as concepções alternativas e as mudanças conceituais em maior detalhe, será utilizada a figura 03, que apresenta a divisão de questão/alternativa do teste FCI por conteúdos de cinemática e dinâmica, junto com as concepções alternativas envolvidas, baseados na pesquisa de (HALLOUN e HESTNES, 1985). Também foi calculada a porcentagem de alunos que apresentam cada uma das concepções errôneas, correspondente a cada alternativa da questão. Como as alternativas de uma mesma questão podem estar ligadas a diferentes concepções alternativas, as porcentagens indicadas na Tabela 03 apresentam um limite inferior. A tabela 04, a seguir, mostra as porcentagens dos alunos que possuem uma das concepções alternativas, em ambos os testes dos cursos A e B. Nessa tabela também mostramos a redução percentual de uma dada concepção alternativa após os estudantes terem sido submetidos às aulas.

Tabela 04: Concepções alternativas e suas porcentagens para o pré-teste e o pós-teste, para o curso A(tradicional) e B(ativo). A redução percentual de uma dada concepção é mostrada entre parênteses na coluna do pós-teste.

Conteúdo	Concepções Alternativas (Questões/alternativa)	Curso A (tradicional)		Curso B (Ativo)	
		Pré	Pós	Pré	Pós
Cinemática	1.Não há distinção entre posição e velocidade (19B, 19C,19D)	14%	10% (28%)	18%	14% (22%)
	2.Velocidade e aceleração possuem o mesmo significado(19A; 20B,C)	21%	12% (43%)	28%	21% (25%)
	3.Descrição do movimento de um projétil e sistema de referência (14A,B)	10%	7% (30%)	20%	10% (50%)
	4.Para haver movimento sempre é necessário uma força na mesma direção do movimento. C,D,E;11B,C;27D; 30B,D,E)	23%	12% (48%)	26%	13% (50%)
	5.Dissipação do ímpetus inicial (12C,D; 13A,B,C;14E;23D; 24C,E; 27B)	17%	10% (41%)	32%	24% (25%)

	6.Ausência da força centrípeta ao descrever os movimentos circulares (5C,D,E;6A;7A,D; 18C,D)	13%	13% (0%)	30%	20% (33%)
	7.Movimento de um corpo é sempre resultado de uma força resultante (5C,D,E; 27A)	20%	17% (15%)	26%	16% (38%)
	8.Velocidade é proporcional à força aplicada (22A; 26A)	16%	12% (25%)	24%	16% (33%)
	9.O objeto de maior massa possui uma força maior (ação) em relação a (reação) do corpo de menor massa (4A,D ;15B ;16 B; 28D)	20%	10% (50%)	28%	24% (15%)
	10.Objeto em movimento, em contato com outro objeto parado, produz a maior força (15C;16C; 28D)	35%	29% (17%)	36%	16% (55%)
Tipo de Força	11.Identificação de forças atuantes sobre o corpo. (11A,B; 29A)	14%	10% (28%)	24%	12% (50%)
	12.Só existe movimento do objeto quando a força aplicada supera a resistência (25A,B,D; 26B)	28%	18% (36%)	26%	12% (54%)
	13.Descrição do movimento de um objeto sujeito a uma força de atrito cinético.(27A,B)	14%	13% (7%)	24%	16% (33%)
	14.Objetos pesados caem mais rápido do que objetos mais leves (1A; 2B,D)	16%	13% (19%)	10%	10% (0%)
	15.Aceleração da gravidade aumenta enquanto o objeto cai (3B; 13B)	12%	12% (0%)	24%	8% (67%)

No conteúdo de Cinemática, percebe-se pela tabela 04, que os alunos ingressantes, em ambos os cursos, mas principalmente no curso B, possuem dificuldades em definir claramente os conceitos de posição, velocidade e aceleração, apresentando assim uma visão das concepções aristotélicas dos corpos em movimentos. Nota-se no pré-teste, item 01, que em média 18% dos alunos do curso B marcaram as alternativas 19B ou 19C ou 19D,

resultando num total de 54% dos alunos ingressantes deste curso tem dificuldades em discernir posição e velocidade.

Após as aulas de ensino ativo, essa porcentagem diminuiu para 42% do total de 25 alunos no curso B. Já no curso A, a média de cada alternativa no item em questão foi de 14% no pré-teste e no pós-teste diminuiu para 10%, resultando em 30% do total de 66 alunos do curso A, que ainda possuem a concepção alternativa de que posição e velocidade são conceitos semelhantes, mesmo depois das aulas de Física I. Percebe-se também que para a concepção relativa ao item 01, que houve uma redução de 28% (22%) dos alunos que marcaram essa opção para os cursos A (B), indicando uma possível melhora conceitual relativo a esse item.

A concepção alternativa do item 2 foi a que teve maior porcentagem média nas alternativas, referente ao conteúdo de cinemática. Na tabela 04, percebe-se que inicialmente 21% e 28% dos alunos dos cursos A e B, respectivamente, marcaram (19 A; 20 B, C), no pré-teste, indicando que estes alunos ao entrarem na UFU, apresentam a ideia de que velocidade e aceleração possuem o mesmo significado físico. Após as aulas de Física I com a metodologia tradicional e ativa, as porcentagens da média nas alternativas caíram para 12% e 21% do total de alunos dos cursos A e B, respectivamente.

Já no item 3, em que os alunos apresentam dificuldades de descrever o movimento de um projétil e adotar sistema de referência, percebe-se que com a diferença entre a porcentagem no pré-teste e pós-teste foi de 3% para os alunos do curso A e 10% para os alunos do curso B. Após as aulas de Física I em que foi utilizado metodologias ativas de ensino, e levando em consideração a questão 20, tem-se que 20% do total de alunos do curso B, que marcaram inicialmente no pré-teste as alternativas (B, C), não marcaram no pós-teste, o que leva a pensar que esses alunos conseguiram promover uma mudança conceitual, referente a concepção do item 3.

Nas alternativas que abordam as leis de Newton, na tabela 04, inicialmente as médias de porcentagem pelas alternativas (5C, D, E; 11B, C; 27D; 30B, D, E) foram em torno de 23% e 26%, para o curso A e B, respectivamente. Isso significa, por exemplo, que considerando a questão 5 do FCI, 69% do total de alunos do curso A marcaram uma das alternativas (C, D, E) e no curso B foram 78% dos alunos. Desta maneira estes alunos acreditam que para haver movimento (uniforme) é sempre necessária uma força na mesma direção do movimento, o que significa que estes alunos não possuem clareza sobre a 1ª lei de Newton, que é descrita por *“todo corpo permanece em seu estado de repouso ou movimento*

uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele” (SANTOS 2002, p. 106).

Nota-se também que após as aulas de Física I, por exemplo, do curso B em que os alunos tiveram metodologias ativas de ensino, que 39% dos alunos e no curso tradicional A foi 36% do total de alunos que ainda continuaram com a concepção alternativa do item 4, apresentado na tabela 01, resultando assim em uma resistência conceitual. Este conceito intuitivo está de acordo com as ideias de Aristóteles, ao supor que na ausência de qualquer força, um objeto entraria imediatamente em repouso (Lochhead e Dufresne, 1989).

Também, nota-se na tabela 04, que a diferença entre as porcentagens médias das alternativas (12C, D; 13A, B, C; 14E; 23D; 24C, E; 27B), em ambos dos testes, foram aproximadamente em torno de 7% do total de alunos dos cursos A e B, o que significa que mesmo com as aulas de Física I com metodologia tradicional e ativa de ensino, no item 5, estes alunos ainda tem o conceito de “dissipação do ímpetus inicial”, que é outro conceito aristotélico, representando uma resistência conceitual. O ímpetus, segundo Viennot (1979), seria uma “força intrínseca” que um objeto colocado em movimento adquire, que inicialmente serve para manter seu movimento, mas se dissipa ao longo do tempo.

Em relação ao movimento circular, nota-se pela tabela 04, no curso A de metodologia tradicional de ensino de Física I, que a porcentagem média das alternativas (5C, D, E; 6A; 7A, D; 18C, D) foi de 13% do total de alunos, para ambas das etapas da aplicação do teste FCI, o que resulta em uma resistência conceitual dos alunos, mesmo após as aulas, e assim estes alunos ainda continuam com dificuldade de perceber a força centrípeta ao descrever os movimentos circulares, sendo uma concepção alternativa referente ao item 6. Já no curso B com ensino ativo, a diferença entre a porcentagem média das alternativas, no pré e pós-teste, foi de 10% do total de alunos ingressantes no curso.

A 2ª lei de Newton também é um conteúdo principal das aulas de física I, e essa lei é enunciada como: *“a mudança do movimento é proporcional à força resultante impressa, e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força”* (SANTOS 2002, p. 106), o que significa que a força resultante é proporcional a aceleração do objeto. Porém, na Tabela 03, nota-se, no item 8, que mesmo com as aulas de física I, tradicional ou ativa, 12% e 16% do total de alunos ingressantes no curso A e B, respectivamente, apresentam resistência conceitual, referente a concepção alternativa de que “a velocidade é proporcional a força”, assim como Aristóteles, segundo Santos(2002). Além disso, este conceito intuitivo se relaciona com a dificuldade de diferenciar velocidade de aceleração. Também, percebe-se

que aproximadamente 16% do total de alunos do curso A e B, ainda acreditam que o movimento de um corpo é sempre resultado de uma força resultante.

Quanto às questões sobre a terceira lei de Newton, referente ao par ação e reação, percebe-se que os ingressantes, em ambos dos cursos, não compreendem que a força de ação tem a mesma intensidade e sentido oposto ao da força de reação, ou seja, que *“uma ação sempre se opõe a uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos, um sobre o outro, são iguais e se dirigem a partes contrárias”* (SANTOS 2002, p. 106). Desta maneira, na tabela 03, nota-se a concepção alternativa dos alunos de que "objeto de maior massa possui uma força maior (ação) em relação a (reação) do corpo de menor massa", sendo apresentadas inicialmente por 20% e 28% dos alunos do curso A e B, respectivamente. Estas porcentagens, no item 9, diminuíram no pós-teste para 10% dos alunos do curso A e 24% para os alunos do curso B. Por outro lado, no item 10, aproximadamente 35% do total de alunos do curso A e B, apresentaram a concepção alternativa, antes das aulas de física I, que o objeto em movimento em contato com outro objeto parado, produz a maior força. A diferença entre as porcentagens médias das alternativas, do item 10, nos testes foram de 6% dos alunos do curso A e 20% dos alunos no curso B, levando a pensar que estes alunos conseguiram superar a concepção alternativa do item 10, resultando em uma mudança conceitual.

Em relação aos tipos de forças, observa-se que as porcentagens médias das alternativas (25A, B, D; 26B), foram de 28% dos alunos do curso A e 26% dos ingressantes do curso B, que possuem a concepção alternativa do item 12, presente na tabela 04. Após as aulas de Física I tradicional esta porcentagem foi para 18% para os alunos do curso A, já para o curso B foi de 12% dos alunos, que ainda possui o conceito intuitivo de que só existe movimento quando a força supera a resistência. Nota-se que após as aulas de física I, com as metodologias de ensino pesquisadas, no item 12, ainda há resistência conceitual dos alunos.

Nota-se também, na Tabela 04, que aproximadamente 12% dos alunos do curso A apresentam, no pré e pós-teste, a concepções alternativa que a aceleração da gravidade aumenta enquanto o objeto cai, em vez de ter a clareza que a aceleração da gravidade é considerada constante para objetos próximos à Terra, representando assim uma resistência conceitual. Por outro lado, 24% dos alunos ingressantes do curso B, no pré-teste, apresentaram esta concepção alternativa, presente no item 15, que após as aulas ativas, essa porcentagem foi reduzida para 8% dos alunos presentes no curso B. Assim, na concepção alternativa do item 5, pode-se notar que 16% dos alunos do curso B passaram por uma

mudança conceitual, enquanto os 12% dos alunos do curso A apresentaram resistência conceitual e permaneceram com a concepção alternativa, em questão.

Por outro lado, no item 14, nota-se também que 10% dos alunos ingressantes do curso B apresentaram, mesmo após as aulas ativas, uma resistência conceitual, referente à concepção alternativa que é a mesma ideia de Aristóteles, de que os objetos pesados caem mais rápido do que objetos mais leves. Aristóteles defendia que se dois corpos de diferentes elementos naturais e assim compostos por massa diferenciada, fossem abandonadas a uma determinada altura e ao mesmo tempo, aquele que possuir maior massa tende a chegar primeiro no solo, em relação ao outro corpo de menor massa. Segundo Rocha (2002), Aristóteles acreditava que o corpo composto por mais massa (elemento terra) necessitava encontrar o seu estado natural (Terra) comum a maior rapidez.

Por fim, cruzando os dados das Figuras 05 e 06 e Tabela 04, percebe-se que o curso B de média demanda, os alunos ingressantes ao entrarem na UFU apresentam maiores concepções alternativas, comparado aos alunos do curso A de alta demanda. Entretanto, verifica-se uma maior redução dessas concepções alternativas para esse grupo em 9 dos 14 itens investigados em relação ao grupo ensinado por metodologias tradicionais. Além disso, nota-se que os alunos ingressantes, independente da modalidade de ingresso, da classificação do curso e da metodologia de ensino, apresentam dificuldades e resistências ao aprendizado de vários conceitos cientificamente aceitos. Tal resistência é reportada por Villani et al (1985) e Mortimer (1995), em seus estudos sobre a dificuldade por parte dos estudantes em abandonarem suas noções cotidianas, que podem levar a concepções alternativas. Os resultados deste trabalho evidenciam que há vários aspectos e desafios do processo ensino e aprendizagem que podem influenciar no resultado final, que estão além dos objetivos deste trabalho, sendo a metodologia de ensino apenas um deles.

5. Considerações finais

Neste trabalho foi possível perceber que há diferenças entre o desempenho dos alunos cotistas e da ampla concorrência dos cursos de alta e média demandas da UFU, principalmente após as aulas de Física I com diferentes metodologias de ensino. Foi possível perceber, na tabela 02, que inicialmente há um hiato entre as notas de corte dos alunos cotistas e da ampla concorrência de ambos os cursos (alta e média demandas). Para os cursos de alta concorrência este hiato fica mais evidente entre os alunos, já que a diferença entre a nota de

corte dos alunos cotistas em relação à nota dos alunos da ampla concorrência foi de 50 a 100 pontos, em prol dos alunos da ampla concorrência. Já para os cursos de média demanda essa diferença diminuiu para 70 a 100 pontos, também favorecendo os alunos da ampla concorrência.

Os resultados das notas finais da disciplina de Física I de 14 cursos da área de Ciências Exatas e Tecnologia da UFU, mostrados na tabela 02, indicam que dos 546 alunos ingressantes matriculados na disciplina de Física I, 144 alunos foram reprovados, sendo que 61% desse total eram alunos cotistas. Isso resulta em uma quantidade significativa de alunos que irão fazer a disciplina novamente, e isso promove atrasos, futuras retenções e evasões no curso. Novamente, os resultados deste trabalho levam à conclusão de que existe um hiato entre os alunos cotistas e não cotistas em relação à aprovação/reprovação na disciplina de Física I, e esse hiato mostra a persistência da desigualdade entre os alunos devido à modalidade de ingresso e isso reflete no desempenho acadêmico dos alunos.

Nesse trabalho também foi possível perceber o nível de compreensão de conceitos da mecânica newtoniana e as concepções alternativas dos alunos cotistas e da ampla concorrência de 2 cursos de Ciências Exatas e Tecnologia da UFU, por meio do teste padronizado FCI. Nota-se que muitas das concepções alternativas dos alunos apresentam a mesma dinâmica das ideias de Aristóteles sobre o movimento dos objetos. Além disso, de acordo com Hake (1998), percebeu-se que apenas 28% dos 92 alunos investigados, onde somente um quarto destes são alunos cotistas, apresentaram uma boa compreensão sobre os conceitos da Mecânica Newtoniana, por atingirem 60% de acertos no pré-teste FCI. Desta maneira percebe-se que os alunos que entram na UFU, principalmente os alunos cotistas possuem deficiências conceituais sobre a Física Newtoniana básica.

Com os dados das Figuras 05 e 06 e a Tabela 04, nota-se que os alunos do curso de média demanda apresentam maiores concepções alternativas do que os alunos do curso de alta demanda. Percebe-se que no curso A, 62% dos alunos cotistas acertaram menos de 60% no pré-teste e essa porcentagem diminuiu para 25% dos alunos da ampla concorrência. A diferença do pico de acertos entre os dois grupos de alunos foram de 6 a 9 acertos, em prol dos alunos da ampla concorrência. Desta maneira, os resultados confirmam o hiato entre os dois grupos de alunos do Curso A. Já no curso B de média demanda, percebe-se que há um hiato um pouco menor.

De maneira geral, os alunos ingressantes, independente da modalidade de ensino e o nível de demanda do curso, trazem consigo diversas confusões conceituais sobre conteúdo de

cinemática e dinâmica que devem ser trabalhadas ao longo do curso, de forma que os alunos possam compreender os conceitos da Mecânica Newtoniana. Entretanto, para os cursos de média demanda, os resultados deste trabalho mostram que os alunos possuem maiores dificuldades, e de acordo com a figura 05, 96% dos alunos do curso B de média demanda investigados possuem poucas compreensões sobre o conteúdo de Física I. Porém após as aulas de metodologia ativa, percebe-se uma evolução e mudança conceitual destes alunos, resultando em melhores desempenhos (ganho) e promoção na disciplina de Física I, em especial, os alunos cotistas.

Os resultados das aplicações do FCI, mostram que para os 2 cursos houve um ganho de aprendizagem. O ganho conceitual normalizado encontrado para o curso A foi de 24%, onde as aulas eram basicamente tradicionais. Já o curso B (metodologia ativa) apresentou um ganho médio de 34%. Esses resultados estão de acordo com os de Hake (1998) e Barros *et al* (2004). Analisando separadamente os ganhos dos alunos cotistas e da ampla concorrência, tem-se que para o curso A, os alunos da ampla concorrência tiveram um ganho médio de 25% e 22% para os alunos cotistas, resultando em uma diferença pequena entre os 2 grupos. No curso B, os alunos cotistas tiveram o ganho médio de 35%, e os alunos da ampla concorrência de 33%, que também apresenta uma diferença pequena entre os alunos cotistas e da ampla concorrência. Desta maneira, percebe-se que com a metodologia ativa, ambos os grupos, desenvolvem maiores ganhos conceituais.

Assim, esses resultados dão indícios de que as metodologias ativas são mais eficientes no processo de ensino-aprendizagem de alunos ingressante, em especial os cotistas do que as tradicionais. Entretanto, é importante ressaltar que a análise de uma amostra maior daria maior confiabilidade para a pesquisa.

Traçando um paralelo entre o processo de aprendizagem do aluno com a mudança da física Aristotélica para a Newtoniana podemos verificar algumas similaridades: tal mudança de paradigma levou aproximadamente 20 séculos, indicando uma forte resistência e exigiu, além de mudanças conceituais, modificações na metodologia de se resolverem os problemas propostos à época (GIL 1986). Da mesma forma, verifica-se que os alunos possuem uma forte resistência à mudança, exigindo também novas metodologias de ensino (diferentes das tradicionais) capazes de enfrentar e resolver tais problemas. Tal fato é reportado nas pesquisas de Silveira (1992), onde constatou-se que a maioria dos alunos que cursam disciplinas de Física Geral mantém suas concepções alternativas sobre "força e movimento".

Por fim, espera-se que esse trabalho contribua na discussão do tema de evasão e

retenção escolar na Universidade Federal de Uberlândia, propiciando uma análise reflexiva sobre as atuais metodologias de ensino empregadas e as formas de aprendizagens dos alunos e suas influências na retenção e evasão escolar. De acordo com Freire (1997) se pensarmos criticamente a prática de hoje ou de ontem é que se pode melhorar a próxima prática educacional. Mas deve-se pensar em todas as variáveis presentes no processo de ensino-aprendizagem a prática, o aluno e as formas de aprendizagens.

6. Referências Bibliográficas

- ALBANESE M.A. & Mitchell S. Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine** 68, 52-8. 1993.
- ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, p.155-171,1986.
- ATAÍDE, J. S. P.; LIMA, L. M.; ALVES, E. O. A repetência e o abandono escolar no curso de licenciatura em Física. **Physicae**, v. 6, p. 21-32, 2006.
- AUSUBEL, D.P.. **Educational Psychology: A Cognitive View**. (Holt, Rinehart, and Winston, Inc.: New York), p. 685, 1968.
- BARNES, L. B., CHRISTENSEN, C. R., HANSEN, A. J., eds., Teaching and the Case Method, 3d ed. **Boston: Harvard Business School Press**, 1994.
- BARROS, J. A. et al.Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, são Paulo, 2004
- BARROSO, M.F; FALCAO, E.B.M. Evasão Universitária: o caso do Instituto de Física da UFRJ. In: **IX Encontro de pesquisa em ensino de Física**, 2004, Jaboticatubas, MG, 2004.
- BASTOS , F. **O conceito de célula viva entre os estudantes de segundo grau**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. SãoPaulo, 1991.
- BAPTISTA, G. C. S. **A contribuição da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de ciências**: estudo de caso em uma escola pública do estado da Bahia. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 188f. 2007.
- BEICHNER, R. Testing student interpretation of kinematics graphs. **American Journal of Physics**. v. 62, p. 750-762, 1994.
- BORREGO, M. et al. **Faculty use of research based instructional strategies**. In: Proceedings of the Australasian Association for Engineering Education Conference 2011: Developing Engineers for Social Justice: Community Involvement, Ethics & Sustainability 5–7 December 2011, Fremantle, Western Australia. Barton, ACT: Engineers Australia 2011: p. 448-453. 2011
- BUCUSSI, A. A. Introdução ao Conceito de Energia. **Revista Textos de Apoio ao Professor de Física - IF – UFRS**,v.17 n.3. 2006.
- CANDAU, Vera Maria (Org.). **Rumo a uma Nova Didática**. 19ª. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- CLUMP, M. A.; BAUER, H.; BRADLEY, C. “The extent to which psychology students read textbooks: A multiple class analysis of reading across the psychology curriculum.” **Journal of Instructional Psychology**,v. 31, n. 3, p. 227–232, 2004.
- COBERN, W. W.;LOVING, C. C. Defining science in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001.
- COHEN, Louis , MANION, Lawrence, MORRISON, Keith. **Research Methods in Education**. London. 4ed. Routledge, 656p. 2000.
- COMISSÃO ESPECIAL DE ESTUDOS SOBRE A EVASÃO NAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS. Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas. Brasília: SESU/MEC, 1996.
- COVIÁN, E.; CELEMÍN, M. Diez años de evaluación de la enseñanza-aprendizaje de Lamecánica de Newton en escuelas de ingeniería españolas. Rendimiento académico y presencia de preconceptos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 26, n. 1, p. 23-42, 2008.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E., Peer Instruction: Ten years of experience and results. **Am. J. Phys.** v. 69, n. 9, September, 2001.

CROUCH, C. H. et al. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, n. 1, p. 40-95, 2007.

DALLABONA, C. A.; SCHIEFLER FILHO, M. F. O. Desempenho acadêmico de estudantes oriundos de escolas públicas: cursos de graduação do campus cutitiba da UTFPR. **Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE)**, Blumenau-SC, 2011.

DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science*, v. 332, p. 862-864, 2011.

Di VESTA, F.; SMITH, D. The pausing principle: Increasing the efficiency of memory for ongoing events. **Contemporary Educational Psychology**, p. 288-296, v. 4, n. 3, 1979.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*. v. 5, p. 61-84, 1978.

DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, f. 1, p. 3-15, 1986.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 109-120, 1988.

DUFRESNE, R. J., GERACE, W. J., LEONARD, W. J., MESTRE, J. P. & WENK, L.. Classtalk: A classroom communication system for active learning. **Journal of Computing in Higher Education**, 7, 3-47. 1996

FERNANDES, S.A. Um estudo sobre a consistência de modelos mentais sobre mecânica de estudantes de ensino médio. Dissertação na UFMG, 17 de Fevereiro, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 3ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 1997 .

FREITAS, M.; DUARTE, M. C. Ensino de biologia: implicações da investigação so-bre as concepções alternativas dos alunos. **Revista Internacional**, v. 3, n. 11/12, p.125-137, 1990.

GADOTTI, M. Histórias das idéias pedagógicas. São Paulo: Ática, 1995.

GIL, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.2, p. 111 -121, 1986.

GIL PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.4, p.111-121, 1986.

GARRITZ, ANDONI; Trinidad-Velasco, Rufino. **Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia**. *Educación Química*, v.2, n. 14, 2003. Disponível em <http://andoni.garritz.com/documentos/trinidad-garritz.pdf>. Acesso 07/02/2018

GILBERT, J. K. Children's science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, p. 623-633, 1982.

GOYA, A; LABURÚ, C. E.; **Uma Estratégia de Investigação Multimodal para Física**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, 2013.

HAKE, R. R., Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **Am. J. Phys**, v. 66 n. 1, p. 64-74, 1998.

HALLOUN, Ibrahim Abou; HESTENES, David. Common-sense concepts about motion. **Am. J. Phys**. 53, 1056 .1985.

HENDERSON, C.; DANCY, M., The impact of physics education research on the teaching of introductory quantitative physics in the United States. **Physical Review Special Topics: Physics Education Research**, v. 5, n. 2, 020107, 2009.

HESTENESS, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory, **The Physics Teacher**, vol. 30, p. 141-158, 1992.

JACKSON, J. Disponível em: <<http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>>. 2015. Acesso em 07/02/2018

KODJAOGLANIAN, V. L.; BENITES, C. C. A.; MACÁRIO, I.; LACOSKI, M. C. E. K.; ANDRADE, S. M. O.; NASCIMENTO, V. N. A.; MACHADO, J. L. **Inovando Métodos de Ensino- -Aprendizagem na Formação do Psicólogo**. Psicologia: Ciência e Profissão. Brasília, v. 23, n. 1, p. 2-11, mar. 2003.

LIMA, E.; MACHADO, L. A evasão discente nos cursos de licenciatura da Universidade Federal de Minas Gerais. **Educação Unisinos**, v.18, p.121, 2014.

LINKE, R. D.; VENZ, M. I. Misconceptions in physical science among non-sciencebackground students. **Research in Science Education**, v. 9, p. 103-109, 1979.

LOCHHEAD, J., DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. p. 221-229. 1989.

MACIA-BARBER, E.; HERNÁNDEZ, M. V.; MENÉNDEZ, J. Cuestionario sobre el concepto de fuerza. 1995.

MAURI, T. O que fazer com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In: COLL, C. et al. **O Construtivismo na sala de aula**. 6 ed. São Paulo: Ática, p. 79-122. 1999.

MASETTO, M. T. Competência Pedagógica do Professor Universitário. São Paulo: Summus Editorial, 2003.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 253 p. 1996.

MAZUR, E. . **Peer Instruction: a users manual**. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall. 1997

MAZUR, E.; WATKINS, J. **Just-in-Time Teaching and Peer Instruction**. In: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). Just-In-Time Teaching: Across the Disciplines, Across the Academy Just-In-Time Teaching. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, p. 39-62, 2010.

McDERMOTT, L. C. Research on conceptual understanding in mechanics. **Physics Today**. v. 37, n. 7, p. 24-34, 1984.

McDERMOTT, Lillian *et al*, **Tutorials in Introductory Physics**, 1ª edição, Upper Saddle River, Prentice Hall, 2002.

Mc TIGHE, J.; LYMAN, F.T. Cueing thinking in the classroom: The promise of theory-embedded tools. In A.L. Costa (Ed.) **Developing minds: A resource book for teaching thinking** Rev. Ed., Vol.1 (pp. 243-250). Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development. 1988.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MIDDENDORF, J.; KALISH, A. The “change-up” in lectures, The National Teaching & Learning Forum, v.5, n. 2, p. 1-2, 1996.

MOREIRA, M. A., **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**, Editora Universidade de Brasília, 2006.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: **Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia**, Coletânea Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, Serra Negra, São Paulo, p. 56-74. 1995

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

NOVAK, G.; GAVRIN, A.; CHRISTIAN, W.; PATTERSON, E. **Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**. Editora Addison-Wesley, p.188. 1999.

- PEDUZZI, S. S. Concepções Alternativas em Mecânica. In: Pietrocola, M (org) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001
- PIEKARZ, A. H., J. P. M. Serbena, et al.. **Adaptação e Validação de um Teste de Diagnóstico de Concepções Espontâneas em Mecânica**. XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, PR, Brazil. 2003.
- PIMENTA, Selma Garrido; Anastasiou, Léa das Graças Camargos. *Docência no Ensino Superior*. 2ª. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- PODOLEFSKY, N.; FINKELSTEIN, N. "The perceived value of college physics textbooks: Students and instructors may not see eye to eye," **Phys. Teach.** v. 44, n. 6, p. 338–342, 2006.
- PORTILHO, L. A. et al. A adoção do SiSU e a evasão na Universidade Federal de Uberlândia. In: **XVIII SemeAd – Seminários em Administração**. São Paulo: FEA-USP, nov. 2015. Disponível em: <http://sistema.semead.com.br/18semead/resultado/trabalhosPDF/490.pdf> Acesso em: 25 de Janeiro de 2018.
- POSNER, G. J.; GERTZOG, W. A. The clinical interview, and the measurement of conceptual change. **Science Education**, v. 66, p. 195-209, 1982
- POZO, J. I. **Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas**. Infancia y Aprendizaje, n. 62, p. 187-204, 1993.
- POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madri: Morata, 1998
- ROCHA, J. F. M. (Org.), **Origens e Evoluções das Ideias da Física**. Salvador: Edufba, 2002.
- ROWE, M.B. The pausing principle-Two invitations to inquiry. *Journal of College Science Teaching*, v. 5, n. 4, p. 258-259, 1976.
- RUHL, K. L.; HUGHES, C. A.; SCHLOSS, P. J. Using the pause procedure to enhance lecture recall. **Education and Special Education**, v. 10, p.14-18, 1987.
- SANTILLI, J. A biodiversidade das comunidades tradicionais. In: BESUNSAN, N (Org.). **Seria melhor ladrilhar?** Biodiversidade como, para que, por quê. Brasília: Editora Universidade de Brasília, Instituto Socioambiental, p. 89-94. 2002.
- SANTOS, J. T. D.; QUEIROZ, D. M. O impacto das cotas na Universidade Federal da Bahia (2004-2012). In: SANTOS, J. T. (Org.). **O impacto das cotas nas universidades brasileiras (2004-2012)**. Salvador: Centro de Estudos Afro-Orientais, p. 37-65. 2013.
- SANTOS, M. E., & PRAIA, J. F.. **Percurso de mudança na Didáctica das Ciências: Sua fundamentação epistemológica**. Em F. Cachapuz (Org.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores: Projecto MUTARE 1* (pp. 7- 34). Aveiro: Universidade de Aveiro. 1992.
- SANTOS, M. E. V. M. Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado. Lisboa: **Livros Horizonte**, 1998. 262 p.
- SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 24. ed. S.,o Paulo: Cortez, 1991.
- SAVINAINEN, A.; SCOTT, P., The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. **Physics Education**, Bristol, v.37, p.45-52, jan., 2002.
- SCHNETZLER, R.P. **Construção do conhecimento e ensino de ciências**. Em Aberto, Brasília. vol.11, nº55, jul/set, p. 17-22. 1992.
- SCHEPPER, R. et al.. **Tutoriais em Física e Engajamento Interativo: Uma Experiência**, I ESMEF, UNIFEI, Itajubá, 2007.
- SEPULVEDA, C. A. S. **A relação entre religião e ciência na trajetória profissional de alunos protestantes da licenciatura em ciências biológicas**. 247f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia,UEFS, Salvador, 2003.
- SHAFFER, P. S.; McDERMOTT, L. C. A research-based approach to improving student understanding of kinematical concepts. **American Journal of Physics**. v. 73, n. 10, p. 921-931, 2005.

- SILVA, I. P. P.; MATTEDI, A.; CÔCO, K. F. Estudos Acerca do sistema de cotas no curso de Engenharia Elétrica da UFES. **Anais: XL Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE)**, Belém-PA, 2012.
- SILVA, F.M; KAGIMURA,R. Investigação das concepções alternativas em conteúdos de mecânica dos Alunos da Graduação em Química UFU, antes e após aulas ativas de Física I e desempenho conceitual. **Anais: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Florianópolis,2017
- SILVA FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M.B.C.M. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, vol. 37, n.132, p.641-659, 2007.
- SILVEIRA, F.L. **Uma epistemologia racional-realista e o ensino da Física** Porto Alegre,. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 1992
- SOUZA, R. R.; JUNIOR, A. G. B.. Estudo da evasão no curso de licenciatura em física do cefet-go. Disponível em: www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/CR2/p133.pdf .Acesso em: 25 de janeiro de 2018. 2008.
- STELZER, T et al. Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. **Am. J. Phys**,v. 77, n. 2, p. 184–190, 2009.
- TEIXEIRA, M. **Prática docente e autonomia do aluno: uma relação a ser construída em cursos de graduação**. Tese de Doutorado. São Paulo: 2002.
- VIENNOT, L. **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Paris: Hermann, 1979.
- VILLANI, A. et al. Concepção espontânea sobre movimento. **Revista de Ensino de Física**, v.7, n.1 1985.